

Moser, Jürgen

Ökologisierung der Automobilbranche –
Alternative Antriebe
am Beispiel der Daimler AG

BACHELORARBEIT

HOCHSCHULE MITTWEIDA (FH)

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fachbereich Wirtschaftswissenschaften

Mittweida, 2009

Moser, Jürgen

Ökologisierung der Automobilbranche –
Alternative Antriebe
am Beispiel der Daimler AG

eingereicht als

BACHELORARBEIT

an der

HOCHSCHULE MITTWEIDA (FH)

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fachbereich Wirtschaftswissenschaften

Mittweida, 2009

Erstprüfer:
Zweitprüfer:

Prof. Dr. René-Claude Urbatsch
Mag. Peter Pixner
Vertriebs- und Marketingleiter Mercedes-Benz
Pkw und smart bei Mercedes-Benz Österreich
Vertriebsgesellschaft m. b. H.

Bibliografische Beschreibung und Referat

Bibliografische Beschreibung:

Moser, Jürgen

Ökologisierung der Automobilbranche – Alternative Antrieb am Beispiel der Daimler AG.

2009 – 62 Seiten. Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Bachelorarbeit 2009.

Referat:

Ziel dieser Arbeit ist es, einen genauen Überblick über die aktuellen Antriebsarten und vor allem, über die zukünftigen alternativen Antriebsarten zu geben.

Die Daimler AG verfolgt derzeit zwei verschiedene alternative Antriebskonzepte und legt sich dabei vorerst nicht auf ein Konzept fest. Das Ergebnis dieser Arbeit stellt eine Empfehlung an die Daimler AG, und in weiterer Folge auch an andere Automobilhersteller, dar. In dieser wird dargestellt welches alternative Antriebskonzept sich am ehesten am Markt durchsetzen wird – oder kommt am Ende doch alles ganz anders?

Vorwort

*Unser Weg zur nachhaltigen Mobilität.
Als Pioniere des Automobilbaus ist es unser Anspruch,
die Mobilität der Zukunft mit innovativen Technologien sicher
und nachhaltig zu gestalten.
Wir wollen unserer Verantwortung für Umwelt und
Gesellschaft gerecht werden.
Motto der Daimler AG zu den unternehmensinternen Umweltleitlinien.*

Die vorliegende Arbeit entstand im Zuge meiner Tätigkeit als Produktmanager bei der Mercedes-Benz Österreich Vertriebsgesellschaft mbH. Die weltweite Wirtschafts- und Finanzkrise wirkt sich teilweise auch dramatisch auf die Automobilbranche aus. Damit verbunden, treten alternative Antriebskonzepte immer mehr in den Vordergrund und sind in den Medien sehr präsent.

Doch zuvor möchte ich mich bei meiner Freundin Verena bedanken, die mich während der Entstehung dieser Arbeit tatkräftig unterstützt und motiviert hat.

Ganz herzlich möchte ich mich auch bei Herrn Prof. Dr. René-Claude Urbatsch und Herrn Mag. Peter Pixner für die Übernahme der Betreuung meiner Bachelorarbeit und die vielen sehr hilfreichen und wertvollen Anregungen bedanken.

Für die Unterstützung bei Fragen, die sich im Rahmen dieser Arbeit auftaten, möchte ich mich ebenfalls bei all meinen hilfsbereiten Kollegen bedanken.

Jürgen Moser

Inhaltsverzeichnis

Bibliografische Beschreibung und Referat	I
Vorwort	II
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
1. Einleitung	1
1.1. Problemstellung	4
1.2. Zielsetzung	13
1.3. Methodisches Vorgehen	14
2. Antriebsarten am Beispiel der Daimler AG	15
2.1. Derzeitige Antriebsarten	16
2.1.1 Benzinmotor bzw. Ottomotor	18
2.1.2 Dieselmotor	24
2.1.3 Erdgas- und Hybridantrieb	34
2.2. Wettbewerbssituation	40
2.2.1 BlueEFFICIENCY bei Mercedes-Benz	40
2.2.2 EfficientDynamics bei BMW	42
2.2.3 Hybrid bei Toyota und Lexus	43
2.3. Zukünftige alternative Antriebsarten	45
2.3.1 Effizienzsteigerung bei Verbrennungsmotoren	46
2.3.2 Elektroantrieb	48
2.3.3 Brennstoffzellenantrieb	53

3. Abschließende Betrachtung	57
3.1. Ergebnis	57
3.2. Maßnahmen	61
3.3. Konsequenzen	62
 Literaturverzeichnis	 VII
Anhang Forschungsfahrzeuge	XIV
Erklärung zur selbstständigen Anfertigung der Arbeit	XXXV

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Regionale Verteilung des Gesamtpotenzials an konventionellem Erdöl	11
Abb. 2: Ansaugtakt eines Ottomotors	18
Abb. 3: Verdichtungstakt eines Ottomotors	19
Abb. 4: Arbeitstakt eines Ottomotors	20
Abb. 5: Ausstoßtakt eines Ottomotors	21
Abb. 6: Ansaugtakt eines Dieselmotors	25
Abb. 7: Verdichtungstakt eines Dieselmotors	26
Abb. 8: Arbeitstakt eines Dieselmotors	27
Abb. 9: Ausstoßtakt eines Dieselmotors	28
Abb. 10: Treibstoffpreise bei Diskonttankstellen in Salzburg am 29.06.2009	32
Abb. 11: Anordnung Erdgastanks bei B 170 NGT BlueEFFICIENCY	35
Abb. 12: Anordnung Erdgastanks bei B 170 NGT BlueEFFICIENCY	35
Abb. 13: Lithium-Ionen-Batterie	38
Abb. 14: Mercedes-Benz S 400 Hybrid	39
Abb. 15: BlueEFFICIENCY-Emblem	41
Abb. 16: Toyota Prius der zweiten Generation	43
Abb. 17: smart fortwo electric drive im Polizeieinsatz in London	48
Abb. 18: smart fortwo electric drive bei „e-mobility Berlin“	50
Abb. 19: Bild CO ₂	52
Abb. 20: Tankpistole für Wasserstoffbetankung einer B-Klasse C-CELL	53
Abb. 21: Querschnitt einer B-Klasse F-CELL	55
Abb. 22: Benz Patent-Motorwagen und F-CELL Roadster	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verursacher des globalen Gesamtausstoßes von CO ₂	2
Tabelle 2: Steigung der Benzinpreise seit 1985 in €	23
Tabelle 3: Steigung der Dieselpreise seit 1985 in €	31
Tabelle 4: Preisentwicklung Treibstoffe von 1955 bis 1981 in €	33
Tabelle 5: technische Daten smart fortwo electric drive – London 2007	49

1. Einleitung

***Wir haben das Automobil erfunden –
und gestalten mit Leidenschaft seine Zukunft.***

„Als Pioniere des Automobilbaus ist es unser Anspruch, die Mobilität der Zukunft mit innovativen Technologien sicher und nachhaltig zu gestalten.“¹

Die Mobilität der Menschen ist im letzten Jahrhundert, und vor allem in den letzten Jahrzehnten, massiv angestiegen. Das Verlangen der Bevölkerung immer größere Distanzen immer schneller und komfortabler zu überwinden, hat viele Ingenieure und Entwickler mit hervorragenden Leistungen hervorgebracht. In der Geschichte der Automobilindustrie spielt die Daimler AG, vor allem mit der Marke Mercedes-Benz, eine ganz wichtige Rolle. Die Urväter von Mercedes-Benz, **Gottlieb Daimler** und **Karl Benz**, gelten als die Erfinder des Automobils. Ohne diese beiden hervorragenden Ingenieure und Geschäftsmänner und deren Unterstützer, wie zum Beispiel **Wilhelm Maybach** und **Emil Jellinek**, wäre die Entwicklung des Automobils wahrscheinlich nicht so rasch vorangegangen.

Die bekannteste Marke der Automobilindustrie ist der Stern von Mercedes-Benz. Gottlieb Daimler zeichnete einst einen Stern auf eine Postkarte, auf der das Werk Sindelfingen abgebildet war, mit der Hoffnung, dass eines Tages ein Stern über dem Stammwerk aufgehen möge. Heute steht der Stern für die Markenwerte und symbolisch für die Qualität der Produkte von Mercedes-Benz.

Seit geraumer Zeit, und nicht erst seit der weltweiten Wirtschafts- und Finanzkrise, wird an alternativen Antriebskonzepten im Automobilbereich geforscht. Der weltweite CO₂-Ausstoß muss reduziert werden, jedoch wird dies nur gelingen, wenn alle Verursacher handeln und nicht nur die Automobilbranche sich weiterentwickelt. Denn der Verkehr wird zwar oft in den Medien schlecht dargestellt, aber dieser ist nicht der Hauptverursacher des immer steigenden CO₂-Ausstoßes und damit des prophezeiten Klimawandels.

¹ Daimler AG Communications: Der Weg zu nachhaltigen Mobilität. Stuttgart, 2008, Seite 7

Zum globalen Gesamtausstoß von CO₂ tragen folgende Bereiche bei: ²

Energieerzeugung	25,9%
Industrie	19,4%
Forstwirtschaft	17,4%
Landwirtschaft	13,5%
Verkehr (Straße, Luft, Schiene, Wasser)	13,1%
Wohnen/Arbeiten	7,9%
Abfall/Abwasser	2,8%

Tabelle 1: Verursacher des globalen Gesamtausstoßes von CO₂

Der Verkehr liegt zwar mit 13,1% an fünfter Stelle der Hauptverursacher des Gesamtausstoßes von CO₂. Der weltweit steigende Energiebedarf trägt massiv dazu bei, dass die Erzeugung dieser mit 25,9% auf Platz eins gelandet ist. Dazu zählt natürlich sowohl die Erzeugung aus regenerativen Energiequellen, wie zum Beispiel Solarenergie, als auch die Erzeugung mit Kohlekraftwerken oder Atomkraftwerken. Etwas überraschend ist, dass sowohl die Forstwirtschaft, mit 17,4%, als auch die Landwirtschaft, mit 13,5%, noch vor dem Verkehr gereiht ist. Wesentlicher Grund dafür ist die Brandrohung riesiger Waldstücke, vor allem in den Tropen. Bei der Landwirtschaft führen die Gase, die bei der Lagerung von Futter für die Tiere entstehen, und die Methanbildung bei der Verdauung der Nahrung, beispielsweise bei Kühen, zu dem hohen Anteil am CO₂-Ausstoß. Man kann also die Schuld für den steigenden CO₂-Ausstoß nicht nur dem Verkehr zuschreiben, es müssen auch andere Branchen und Bereiche, das ihre dafür tun, damit wir weiterhin einen gesunden Planeten bewohnen können.

² Vgl. Daimler AG Communications: Der Weg zu nachhaltigen Mobilität. Stuttgart, 2008, Seite 10

Das aktuell vorrangige Ziel der Daimler AG lautet:

„Unser Ziel ist das emissionsfreie Fahren mit Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeugen.“³

Dieses Ziel ist nicht nur Vorgabe, sondern ist auch Ansporn für Ingenieure und Entwickler, wieder neue Ideen und Technologien zu entwickeln. Aber was sind die weiteren wesentlichen Faktoren, die dafür verantwortlich sind, dass alternative Antriebskonzepte entwickelt werden?

- steigende Individualität der Kunden
- steigendes Umweltbewusstsein der Menschen
- steigende Urbanisierung und dadurch auch steigende Mobilität
- Änderung der politischen Rahmenbedingungen
- Steigerung der Ressourcenknappheit

Natürlich sind das nicht alle Gründe, die ausschlaggebend dafür sind, warum die Entwicklung aktuell forciert wird. Die sich ändernden Kundenbedürfnisse und die steigende Ressourcenknappheit sind wohl auch die Entscheidenden und somit auch die Ausschlaggebenden für eine Beschleunigung der Entwicklung in Richtung alternativer Antriebsarten.

³ Vgl. Daimler AG Communications: Der Weg zur nachhaltigen Mobilität. Stuttgart, 2008, Seite 8

1.1. Problemstellung

In den Medien kursieren seit geraumer Zeit immer wieder Berichte, wie wichtig es sei, alternative Antriebsarten für den Automobilbereich zu entwickeln und diese schnellstmöglich auf den Markt zu bringen. Die Entwicklung alternativer Antriebsarten ist immens wichtig, unbestritten, jedoch ist die Entwicklung neuer Technologien von einigen Faktoren, so genannten Treibern, abhängig.

- **Wettbewerb**

Wenn neue Wettbewerber auf den Markt kommen, werden bereits etablierte Unternehmen unter Druck gesetzt um nachzurücken. Denn kein Unternehmen möchte Marktanteil an die Wettbewerber verlieren. Dieser Wettbewerbsdruck belebt somit den Wettbewerb und die Entwicklung neuer Technologien maßgeblich.

In den vergangenen Monaten waren vor allem die Marken Tesla, Think und Lightning in den Medien vertreten, weil diese bereits mit Elektrofahrzeugen auf den Markt gekommen sind. Tesla, mit Stammsitz in Kalifornien, brachte bereits einen Roadster auf den Markt. Seit kurzem arbeitet Tesla mit der Daimler AG zusammen – man arbeitet gemeinsam an der so genannten Lithium-Ionen-Batterie. Die norwegische Marke Think stellt Kleinfahrzeuge mit Elektroantrieb her. Lightning, eine britische Marke, arbeitet daran ein Elektrofahrzeug im Premiumsegment auf dem Markt zu etablieren.

Toyota und Lexus, die Premiummarke des Toyotakonzerns, sind bereits seit einigen Jahren mit der Hybridtechnologie auf dem Markt. Mercedes-Benz und BMW verfolgen mehrere Technologien, teilweise auch zusammen.⁴

⁴ Zur aktuellen Wettbewerbssituation wird in Punkt 2.2. näher eingegangen.

- **Umwelt**

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, man muss auf die Umwelt achten. Das haben die Automobilhersteller erkannt und entwickeln Fahrzeuge mit immer geringerem Verbrauch, und damit verbunden, geringeren Emissionen. Langfristig genügt das für ein gesundes ökologisches Umfeld noch nicht. Alternative Antriebe müssen entwickelt werden, um den nachkommenden Generationen eine intakte Umwelt und Natur zu hinterlassen, so wie wir sie heute noch vorfinden.

Auch aus diesem Grund fördert der österreichische Klima- und Entwicklungsfonds verschiedene Projekte, welche sich mit der Umsetzung alternativer Antriebskonzepte befassen. Die erste Ausschreibung gewann das Rheintal in Vorarlberg. Dort wird ein Projekt umgesetzt, bei dem ein umweltschonendes Mobilitätskonzept mit einem flächendeckenden Aufbau einer Stromtankstelleninfrastruktur aus erneuerbarer Energie umgesetzt wird. Es sollen 100 Elektrofahrzeuge der Marke Think zum Einsatz kommen und 50 Stromtankstellen errichtet werden. Unterstützt wird das Projekt mit € 4,7 Millionen Förderungsgeld.⁵ Derzeit läuft bereits eine zweite Ausschreibung des Klima- und Entwicklungsfonds für eine zweite Region zur Realisierung alternativer Antriebe in Österreich.

⁵ Vgl. Ammann, Sonja: 4,7 Millionen Euro für Elektromobilität in Österreichs erster Modellregion: <http://www.klimafonds.gv.at/home/aktuelles/details/browse/2/article/47-millionen-euro-fuer-elektromobilitaet-in-oesterreichs-erster-modellregion/89.html> - Aufruf: 06.05.2009

- **Regulierungen**

Mit 1. Juli 2008 trat in Österreich die so genannte „Ökologisierung der Normverbrauchsabgabe“, kurz NoVA, in Kraft.⁶ Dabei werden Fahrzeuge mit einem CO₂-Ausstoß von mehr als 180 Gramm pro Kilometer mit € 25 (zuzüglich Mehrwertsteuer) für jedes weitere Gramm besteuert. Für Fahrzeuge, welche unter 120 Gramm pro Kilometer ausstoßen, gibt es eine Steuererleichterung von einmalig € 300. Die Normverbrauchsabgabe muss bei Erstanmeldung des Personenkraftwagens abgeführt werden. Wenn diese nicht abgeführt wurde kann das Fahrzeug in Österreich nicht zum Verkehr zugelassen werden.

Von Seiten der Europäischen Union wird auch eine CO₂-Besteuerung für Neuwagen ab 2012 mit einem CO₂-Ausstoß größer 120 Gramm pro Kilometer angedacht. Einige Automobilhersteller sehen sich aus heutiger Sicht noch nicht in der Lage diese Grenze mit allen Fahrzeugen unterschreiten zu können. Derzeit gibt es tatsächlich noch nicht sehr viele Fahrzeug die einen CO₂-Ausstoß unter 120 Gramm pro Kilometer aufweisen können.⁷ Der Mercedes-Benz A 160 CDI BlueEFFICIENCY weist einen CO₂-Ausstoß von 116 Gramm pro Kilometern und der smart fortwo cdi sogar einen CO₂-Ausstoß von 88 Gramm pro Kilometern. Der smart fortwo cdi ist somit das Fahrzeug mit dem geringsten CO₂-Ausstoß in Österreich.

Hersteller kleinerer Fahrzeuge, wie zum Beispiel Fiat, Citroen, Peugeot oder Volkswagen haben bei der Einhaltung dieser CO₂-Grenze von 120 Gramm pro Kilometer geringere Probleme als so genannte Premiumhersteller, wie zum Beispiel Mercedes-Benz, BMW oder Audi. Sportwagenhersteller wie Porsche, Lamborghini und Ferrari sehen sich aktuell überhaupt nicht in der Lage diese CO₂-Grenzen zu erreichen.

⁶ Vgl. Bundesministerium für Finanzen:
<https://www.bmf.gv.at/Steuern/Brgerinformation/AutoundSteuern/NormverbrauchsabgabeNOVA/start.htm> – Aufruf: 06.05.2009

⁷ Siehe unter www.autoverbrauch.at – Aufruf 13.07.2009

In einigen Ländern der Europäischen Union hat die CO₂-Besteuerung bereits direkt oder indirekt Einzug gehalten. So wird beispielsweise in Großbritannien die jährliche Kraftfahrzeugsteuer abhängig von dem CO₂-Ausstoß mit einem zusätzlichen Betrag zwischen £ 35 und £ 400 berechnet.⁸

In der Schweiz überlegt man einen völlig anderen Weg einzuschlagen. Eine Volksinitiative für „menschenfreundlichere Fahrzeuge“ orientiert sich dabei aber nicht an dem CO₂- oder Feinstaubausstoß von Fahrzeugen, sondern betrachtet auch die Gefahr, die von diesen Fahrzeugen für andere Verkehrsteilnehmer ausgeht. Aufgrund der Karosserieform stellen Geländewagen, so genannte Sport Utility Vehicles, kurz SUV's, für Fußgänger und Radfahrer eine höhere Gefahr bei Unfällen dar. In dieser Volksinitiative wird gefordert, dass Personenkraftwagen mit mehr als 2,2 Tonnen Eigengewicht und einem CO₂-Ausstoß von mehr als 250 Gramm pro Kilometer nicht mehr zugelassen werden dürfen und generell ein Importverbot eingeführt werden soll.⁹ Mit Spannung wird erwartet wie sich diese Volksinitiative weiter entwickeln wird, weil diese Stimmung auch auf andere Länder übergreifen könnte.

⁸ Vgl. www.direct.gov.uk – Aufruf: 06.05.2009

⁹ Vgl. Initiative für eine menschenfreundliche Mobilität.
<http://menschenfreundlicher.ch/stoppoffroader/> - Aufruf: 06.05.2009

- **Kundenbedürfnisse**

Im Laufe der Zeit ändern sich immer wieder die Kundenbedürfnisse. Das kann innerhalb von Wochen, Monaten oder auch Jahren geschehen. Wenn ein Unternehmen sich auf diese, sich wesentlich ändernden Marktbedingungen einstellen kann, ist die Zukunft des Unternehmens gesichert. Im letzten Jahr konnte man sehr gut erkennen, dass aufgrund der massiv steigenden Treibstoffpreise im Zuge der weltweiten Wirtschafts- und Finanzkrise die Nachfrage nach alternativen Antriebsarten immens angestiegen ist. Auch die Medien haben dieses Thema vermehrt aufgegriffen und so das Konsumentenverhalten beeinflusst. Um die Mobilität in Zukunft sichern zu können, muss man bereits heute erkennen, wie sich die Kundenbedürfnisse in den kommenden Jahren und Jahrzehnten entwickeln werden.

- **Ethische Gründe**

„Daimler ist mehr als nur ein renommiertes Automobilunternehmen, das faszinierende Produkte herstellt. Daimler ist auch ein Unternehmen, das wegen seines gesellschaftlichen Engagements geschätzt wird. Da wir uns unserer Verantwortung für das Gemeinwesen bewusst sind, engagieren wir uns an den Standorten, an denen wir tätig sind – und auch darüber hinaus.“¹⁰

Für Kunden spielt die Ethik beim Autokauf eine immer größere Rolle. Gemäß einer Umfrage ist für 21% aller Deutschen die Ethik, und dabei vor allem das ökologische Engagement eines Herstellers, Kauf entscheidend.¹¹

¹⁰ Vgl. Daimler AG Communications, Innovation für Nachhaltigkeit, Stuttgart, 2008, Seite 24

¹¹ Vgl. Ethik spielt große Rolle beim Autokauf, http://www.focus.de/auto/news/bremen-ethik-spielt-grosse-rolle-beim-autokauf_aid_402681.html - Aufruf 13.07.2009

Heutzutage muss nach bestem Wissen und Gewissen eine intakte Umwelt gesichert werden. Daher verfolgen immer mehr Unternehmen den aktiven Umweltschutz, um zukünftigen Generationen einen gesunden Planeten bieten zu können. Der Umweltschutz gehört zu den wesentlichen Unternehmenszielen der Daimler AG. Ziel ist es umweltgerechte und ressourcenschonende Technologien zu realisieren. Dabei sind nicht nur der Kraftstoffverbrauch und die Emissionen relevant, sondern ebenso die Umweltbelastung bei der Herstellung der Fahrzeuge. So wurde beispielsweise das Mercedes-Benz Werk in Untertürkheim bei Stuttgart von der Deutschen Energie-Agentur mit dem „Energy Efficiency Award 2008“ ausgezeichnet.¹² Die Daimler AG produziert und vertreibt die Produkte international und ist bestrebt in allen Werken und Servicebetrieben beim Umweltschutz vorbildlich zu handeln und durch Umweltmanagement immer wieder zu verbessern.

- **Ressourcen**

Die Internationale Energieagentur, kurz IEA, mit Sitz in Paris veröffentlicht jährlich einen Bericht, den „World Energy Outlook“. In den vergangenen Jahren wurde darin jede Verknappung von Kohle, Gas und vor allem von Erdöl, abgewiesen. Der Direktor der Internationalen Energieagentur, Nobuo Tanaka, hat aber bereits in der „Süddeutschen Zeitung“ vom 22. Februar 2008 prognostiziert, dass im Jahr 2013 eine Energiekrise bevorstehen könnte. Bei dieser Energiekrise könnte der Ölpreis die Grenze von \$ 200 übersteigen.¹³

¹² Vgl. Daimler AG Communications, Umweltleitlinien, Stuttgart, 2008, Seite 4

¹³ Vgl. Widek, Isabell: Der Eisberg im Öl-See ist endlich zu sehen. In: Wirtschaftsblatt vom 02.04.2009

„Der globale Energieverbrauch hat sich in den letzten 35 Jahren fast verdoppelt, der Anteil des Erdöls ist zwar leicht zurückgegangen, leistet aber nach wie vor mit inzwischen 37 Prozent den entscheidenden Beitrag. Öl schafft Wärme, liefert Strom und ist Grundstoff für moderne Chemieprodukte und Treibstoffe. Rund 70 Prozent des Öls werden im Verkehr zu Lande, zu Wasser und in der Luft verbraucht.“¹⁴

Eine der wohl wichtigsten Fragen ist: Wie lange die vorhandenen Erdölreserven noch reichen werden, um die Mobilität garantieren zu können? Das wirft zwangsläufig eine weitere Frage auf: Wie lange die vermutlich wachsende Öl-Nachfrage nicht mehr durch die Öl-Förderung gedeckt werden kann?

Weltweit wurden in den Siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts 60 Millionen Barrel Öl verbraucht. Nach Berechnungen der Internationalen Energieagentur sind es heute mehr als 86 Millionen Barrel pro Tag.¹⁵

Wann der weltweite Hochpunkt der Öl-Förderung, der so genannte Peak-Oil, erreicht wird, ist unter Experten intensiv diskutiert. Manche Institutionen, wie auch die Internationale Energieagentur, sind der Meinung, dass der Peak-Oil etwa 2020 bis 2030 erreicht wird. Andere sind wiederum der Meinung, dass dieser bereits im Jahr 2006 erreicht wurde.¹⁶ Aber wann genau der Peak-Oil erreicht wird, oder erreicht wurde, ist aktuell nicht konkret feststellbar. Die kommenden Jahre werden zeigen wie weit die Verknappung der Ressourcen bereits fortgeschritten ist.

¹⁴ Petermann, Jürgen: Sichere Energie im 21. Jahrhundert: Bölke, Peter: Wie lange reichen die Ressourcen? – 3. Auflage – Hamburg: Hoffmann und Campe, 2008, Seite 64

¹⁵ Vgl. Petermann, Jürgen: Sichere Energie im 21. Jahrhundert: Bölke, Peter: Wie lange reichen die Ressourcen? – 3. Auflage – Hamburg: Hoffmann und Campe, 2008, Seite 65

¹⁶ Vgl. <http://www.agenda21-treffpunkt.de/daten/erdoel.htm> - Aufruf: 06.05.2009

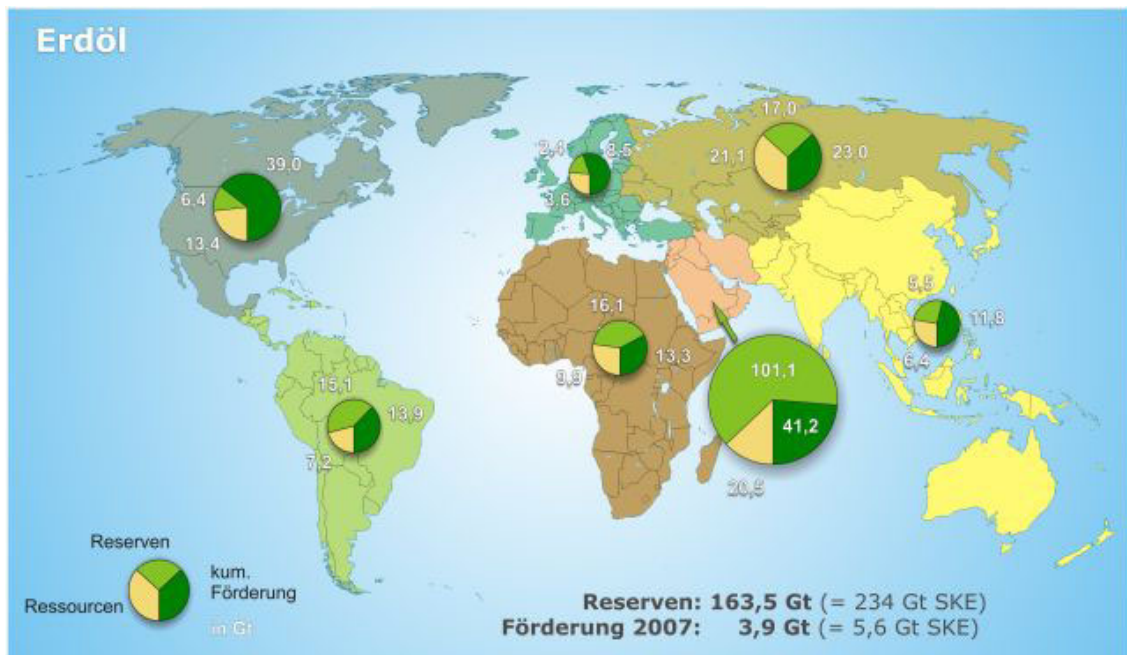


Abb. 1: Regionale Verteilung des Gesamtpotenzials an konventionellem Erdöl ¹⁷

Der Mittlere Osten gilt als die erdölreichste Region der Welt mit den größten Reserven. Es folgen Russland, Afrika und Südamerika.

Im Jahre 1960 wurde die Organisation erdölexportierender Länder, kurz OPEC, gegründet. Die OPEC hat ihren Sitz in Wien und verfügt derzeit über elf Mitglieder, Iran, Irak, Kuwait, Saudi-Arabien, Venezuela, Katar, Indonesien, Libyen, Vereinigte Arabische Emirate, Algerien, und Nigeria. In den Mitgliedsstaaten werden etwa 40% der weltweiten Erdölproduktion gefördert und sie verfügen auch über drei Viertel der geschätzten Erdölreserven. Die Mitgliedsstaaten haben das erklärte Ziel eine gemeinsame Ölpolitik zu forcieren. Das bedeutet, dass durch die Festlegung der Förderquoten die Erdölproduktion geregelt ist und damit der Preis gedrückt, stabil gehalten oder angehoben werden kann. ¹⁸

¹⁷ BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, http://www.bgr.bund.de/cln_101/nn_331182/DE/Themen/Energie/Bilder/Kurzstudie2007/Ene_Erdoel_gesamtpot_2007_g.html - Aufruf: 06.05.2009

¹⁸ Vgl. Organisation erdölexportierender Länder, <http://www.wien-vienna.at/behoerden.php?ID=1285> – Aufruf 12.07.2009

Es ist noch nicht lange her, genau gesagt im Sommer 2008, da schien der Ölpreis unaufhaltsam in die Höhe zu schnellen. Der durchschnittliche Preis für Superbenzin lag bei € 1,259 pro Liter und für Diesel bei 1,279 pro Liter.¹⁹ Aktuell liegen die Preise bei durchschnittlich € 1,102 für Superbenzin und € 1,006 für Diesel.²⁰ Dieses Thema war so präsent in den Medien, wie derzeit die Wirtschafts- und Finanzkrise. Jedoch darf man nicht vergessen, dass an den Ölpreis viele Preise gekoppelt sind, wie zum Beispiel auch die Lebensmittelpreise.²¹ Die weltweite Produktion von beispielsweise Obst und Früchten ist aufgrund der sehr langen Transportwege nach Europa eng mit den Treibstoffpreisen verbunden.

¹⁹ Vgl. Treibstoffpreise im Jahresvergleich, <http://www.auto.at/contator/auto/news.asp?nnr=35434> – Aufruf 13.07.2009

²⁰ Vgl. Treibstoffpreise: Eurosuper um 11,61 Cent und Diesel um 3,59 Cent pro Liter billiger als im EU-Schnitt, http://www.bmwfj.gv.at/BMWA/Presse/Aktuelle+Meldungen/20090703_02.htm - Aufruf 13.07.2009

²¹ Zur Preisentwicklung von Benzin und Diesel der letzten Jahre wird in Punkt 2. näher eingegangen.

1.2. Zielsetzung

In der aktuell für die Automobilbranche angespannten Situation gewinnen alternative Antriebskonzepte an Bedeutung. Alternative Antriebskonzepte sind notwendig um sich am Markt positionieren zu können und auch um sich vom Wettbewerb abzugrenzen. Gerade jetzt dürfen Automobilhersteller die Investitionen in die Zukunft nicht zurückstellen, da sie sonst gegenüber dem Wettbewerb in den Rückstand geraten. In dieser Arbeit werden die aktuellen Antriebsarten, Benzin und Diesel, vorgestellt sowie ein Überblick über die zukünftigen Antriebsarten am Beispiel der Daimler AG gegeben.

Die Daimler AG verfolgt aktuell zwei verschiedene alternative Antriebskonzepte mit sehr hohem Aufwand. Einerseits das Prinzip des Elektroantriebs und andererseits der Brennstoffzellenantrieb. Ziel dieser Arbeit ist es, zu analysieren, welcher alternative Antrieb sich am wahrscheinlichsten am Markt wird positionieren wird und ob dieser sich auch durchsetzen wird können.

Um das erklärte Ziel zu erreichen, bedarf es einige Teile zu einem Gesamtbild zusammen zu stellen und zu formen. Vor allem muss man sich intensiv mit der aktuellen Wirtschaftssituation auseinandersetzen und das nötige Einschätzungsvermögen haben, damit ein realistisches Ergebnis abgegeben werden kann. Erst wenn sich die Märkte wieder stabilisieren und beruhigen, werden die Kunden wieder mehr Interesse daran finden, sich mit Automobilen auseinander zu setzen. In der aktuellen wirtschaftlichen Situation sind einige Kunden verunsichert und daher werden Investitionen aufgeschoben.

1.3. Methodisches Vorgehen

Der Verfasser möchte sich in dieser Arbeit mit dem Stand der aktuellen Antriebsarten sowie den zukünftigen Antriebskonzepten der Daimler AG auseinandersetzen und damit eine Einschätzung sowie eine Entscheidungshilfe darlegen, welche alternative Antriebsform, Elektro- oder Brennstoffzellenantrieb, sich am ehesten am Markt durchsetzen wird.

In Punkt 2.1. beschäftigt sich die Arbeit mit den bekannten Antriebsarten Benzin, Diesel und Sonstigen, wie zum Beispiel Erdgas und Hybrid. Dabei wird ein Überblick über die Funktionsweise und die Unterschiede der einzelnen Technologien gegeben. Was sind die Vorteile und Nachteile? Wie ist der Marktanteil in Österreich und im Vergleich dazu in Deutschland und am Weltmarkt? Wie haben sich die Treibstoffpreise für Benzin und Diesel in den letzten Jahren entwickelt?

In Punkt 2.2. wird die aktuelle Wettbewerbsposition im Vergleich zu BMW und dem Toyota Konzern, inklusive Lexus, aufgezeigt.

Im Punkt 2.3. werden die von der Daimler AG verfolgten alternativen Antriebskonzepte vorgestellt und analysiert. Weiters wird in diesem Punkt die Frage aufgeworfen inwieweit sich diese Konzepte durchsetzen werden können.

In der abschließenden Betrachtung der Arbeit werden die Ergebnisse zusammengefasst und die Konsequenzen und Erfolgsaussichten für die Markteinführung alternativer Antriebskonzepte abgeleitet.

2. Antriebsarten am Beispiel der Daimler AG

Auch in der aktuell schwierigen Wirtschaftssituation muss an die Zukunft des Unternehmens gedacht werden. Wie bei einigen anderen Automobilherstellern auch, wird bei der Daimler AG an mehreren alternativen Antriebskonzepten geforscht. Die Daimler AG ist ein weltweit agierender Automobilhersteller mit dem Anspruch die sichersten und qualitativ hochwertigsten Fahrzeuge im Premiumsegment zu produzieren.

Um auch in Zukunft eine nachhaltige und sichere Mobilität sicherstellen zu können, beschäftigt sich die Daimler AG insbesondere mit folgenden Themen: ²²

- Sicherheit
- Komfort
- Umweltfreundlichkeit
- Qualität und
- Fahrkultur

Zusammengefasst lautet das Ziel: „Ziel ist die Entwicklung sparsamer und umweltverträglicher Premiumfahrzeuge ohne Verzicht auf Sicherheit, Komfort und souveränen Fahrspaß.“ ²³ Die Daimler AG stellt an sich selbst die höchsten Ansprüche um den Kunden die bestmöglichen Produkte zur Verfügung stellen zu können.

²² Vgl. Mercedes-Benz Cars im Überblick, Ausgabe 2009, Seite 11

²³ Vgl. Mercedes-Benz Cars im Überblick, Ausgabe 2009, Seite 11

2.1. Derzeitige Antriebsarten

In nahezu allen Fahrzeugen weltweit kommen Verbrennungsmotoren zum Einsatz. Bei diesem wird, wie der Name schon sagt, durch die Verbrennung eines Kraftstoffes Energie frei, die zum Antrieb verwendet wird. Daher bezeichnet man einen Verbrennungsmotor auch als ein energieumsetzendes System.²⁴ In der heutigen Zeit sind Verbrennungsmotoren unverzichtbar geworden, weil dadurch die Mobilität gesichert ist. In Österreich werden jährlich etwa 300.000 Neufahrzeuge zugelassen. Im Jahr 2009 wird diese Zahl aufgrund von Rückgängen im Zuge der Wirtschafts- und Finanzkrise nicht erreicht werden. Für heuer rechnet man mit etwa 285.000 Neuzulassungen für den österreichischen PKW-Markt.

Grundsätzlich funktionieren Verbrennungsmotoren durch zünden eines Kraftstoff-Luft-Gemisches. Dieses Verbrennen geschieht in vier Prozessen:

- Ansaugen
- Verdichten
- Verbrennen und
- Ausstoßen

Die beiden bekanntesten Verbrennungsmotoren, weil auch in nahezu allen Fahrzeugen verbaut, sind der

- Ottomotor und der
- Dieselmotor

²⁴ Vgl. Gscheidle, Rolf: Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik, 28. Auflage, Stuttgart, FS Fachbuch, 2008, Seite 14

Die Einteilung der Verbrennungsmotoren erfolgt nach der Gemischbildung und Zündung.²⁵

- **Ottomotoren** werden hauptsächlich mit Benzin betrieben. Die Verbrennung erfolgt durch Fremdzündung mittels Zündkerze. Die Gemischbildung kann äußerlich und innerlich erfolgen.
- **Dieselmotoren** haben immer eine innere Gemischbildung. Dieselmotoren können ausschließlich mit Diesel betrieben werden. Im Gegensatz zum Ottomotor wird die Verbrennung beim Dieselmotor ohne Zündkerze, durch Selbstzündung im Zylinder, eingeleitet.

Einige Pioniere und wichtigsten Erfinder der heutigen Verbrennungsmotoren sind:

- Gottlieb Daimler
- Carl Benz
- Wilhelm Maybach
- Nikolaus Otto
- Rudolf Diesel
- Felix Wankel und noch viele mehr

²⁵ Vgl. Gscheidle, Rolf: Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik, 28. Auflage, Stuttgart, FS Fachbuch, 2008, Seite 183

2.1.1. Benzinmotor bzw. Ottomotor

Der Ottomotor, besser bekannt als Benzinmotor, wurde nach seinem Entwickler **Nikolaus Otto** benannt und wurde im Jahre 1876 patentiert. Diese Entwicklung hat natürlich mit den heutigen Benzinmotoren nicht mehr viel gemeinsam.

Die Arbeitsweise des Ottomotors wird, wie bereits erwähnt, in die vier Takte Ansaugen, Verdichten, Arbeiten bzw. Verbrennen und Ausstoßen unterteilt.²⁶

1. Takt – Ansaugen²⁷

Beim Abwärtsgehen des Kolbens und der damit verbundenen Raumvergrößerung im Zylinder entsteht eine Druckdifferenz gegenüber dem Außendruck. Aus diesem Grund wird Luft in das Ansaugsystem gedrückt. Das zündfähige Kraftstoff-Luft-Gemisch wird entweder im Ansaugkanal oder direkt im Zylinder durch Einspritzen von Kraftstoff gebildet.

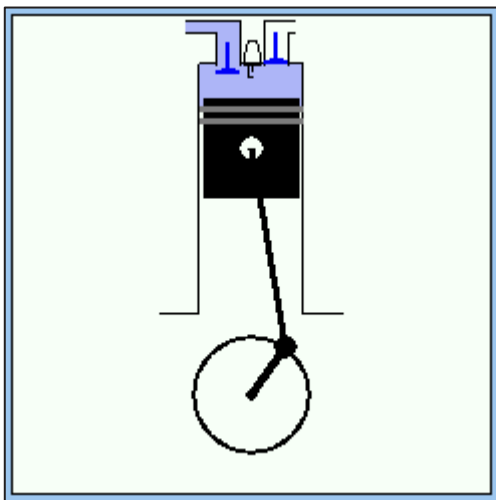


Abb. 2: Ansaugtakt eines Ottomotors²⁸

²⁶ Eine animierte Grafik findet man unter: <http://schule.a-city.de/holbein-gymnasium/projekt9/ottom.htm> - Aufruf 12.07.2009 und unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Ottomotor> - Aufruf 28.05.2009

²⁷ Vgl. Gscheidle, Rolf: Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik, 28. Auflage, Stuttgart, FS Fachbuch, 2008, Seite 184

3. Takt – Arbeiten bzw. Verbrennen³¹

Die Ventile sind weiterhin geschlossen. Die Verbrennung wird durch den Zündfunken der Zündkerze eingeleitet. Die Expansion des bis 2.500 °C heißen Gases treibt den Kolben nach unten und die Wärmeenergie wird in mechanische Energie umgewandelt.

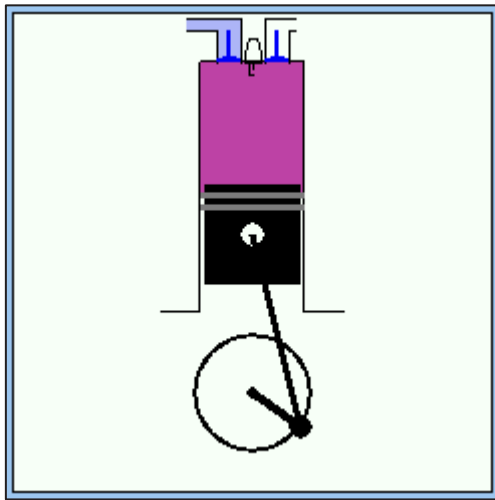


Abb. 4: Arbeitstakt eines Ottomotors³²

³¹ Vgl. Gscheidle, Rolf: Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik, 28. Auflage, Stuttgart, FS Fachbuch, 2008, Seite 184

³² Arbeitstakt eines Ottomotors, <http://schule.a-city.de/holbein-gymnasium/projekt9/ottom.htm> - Aufruf 12.07.2009

Benzinpreise

Seit vielen Jahren werden die Treibstoffpreise immer wieder stark erhöht. Es fällt auch auf, dass die Preise zu Beginn von Schulferien immer erhöht werden, weil der Bedarf an Treibstoff ansteigt. Die Treibstoffpreise sind spätestens seit Beginn der Wirtschafts- und Finanzkrise aufgrund des starken Preisanstiegs in den Medien wieder mehr in den Mittelpunkt der Berichterstattung und des Interesses gerückt.³⁶ Die hohen Treibstoffpreise haben dazu geführt, dass sich die Konsumenten wieder mehr für alternative Antriebsarten interessieren. Die Entwicklung der Benzinpreise seit 1985 zeigt, dass die Preise teilweise sehr stark erhöht wurden.³⁷

Bei Betrachtung der Tabelle 2 fallen vier Jahreswerte stark auf. Diese vier markierten Jahre sind für Österreich und wie auch teilweise für andere Länder, mit markanten Ereignissen verbunden.

- **1995** – am 01.01.1995 trat Österreich der EU bei – auffällig ist hierbei, dass sich alle Benzinpreise zwischen 8,9% und 10,5% erhöht haben.
- **2000** – zur Jahrtausendwende hatten viele Menschen befürchtet, dass ihre Investitionen an Wert verlieren könnten. Aufgrund dieser Unsicherheit auf dem Weltmarkt waren stabile Investitionsgüter gefragt. Der Benzinpreis galt als stabil und steigerte sich, weil viel Geld darauf spekuliert wurde.
- **2002** – am 01.01.2002 wurde innerhalb der Währungsunion der Euro als offizielle Währung eingeführt. Entgegen der allgemeinen Meinung, dass sich die Preise mit Einführung des Euros erhöht haben, sind die Benzinpreise gesunken.

³⁶ Vgl. Punkt 1.1. Ressourcen, Seite 9

³⁷ ÖAMTC, Mag. Brandau Elisabeth, Stand: 12.05.2009

- **2008** – aufgrund der Wirtschafts- und Finanzkrise steigerten sich im vergangenen Jahr die Treibstoffpreise. Seit Mitte 2008 sind die Preise wieder gesunken.

Jahr	Normalbenzin	+/- VJ	Superbenzin	+/- VJ	Super Plus	+/- VJ
1985	0,799		0,843		0,843	
1986	0,665	-16,8%	0,719	-14,7%	0,741	-12,1%
1987	0,603	-9,3%	0,654	-9,1%	0,676	-8,8%
1988	0,578	-4,2%	0,618	-5,6%	0,640	-5,4%
1989	0,629	8,8%	0,658	6,5%	0,698	9,1%
1990	0,676	7,5%	0,705	7,2%	0,741	6,2%
1991	0,643	-4,8%	0,665	-5,7%	0,701	-5,4%
1992	0,676	5,1%	0,698	4,9%	0,734	4,7%
1993	0,676	0,0%	0,698	0,0%	0,734	0,0%
1994	0,712	5,4%	0,734	5,2%	0,763	4,0%
1995	0,781	9,7%	0,799	8,9%	0,843	10,5%
1996	0,821	5,1%	0,836	4,5%	0,887	5,2%
1997	0,854	4,0%	0,872	4,3%	0,930	4,9%
1998	0,799	-6,4%	0,818	-6,3%	0,858	-7,8%
1999	0,778	-2,7%	0,792	-3,1%	0,836	-2,5%
2000	0,910	17,0%	0,928	17,2%	0,986	18,0%
2001	0,882	-3,0%	0,895	-3,6%	0,969	-1,7%
2002	0,826	-6,4%	0,840	-6,1%	0,927	-4,4%
2003	0,845	2,3%	0,864	2,9%	0,927	0,0%
2004	0,913	8,0%	0,931	7,8%	0,990	6,8%
2005	1,004	10,0%	1,022	9,8%	1,082	9,3%
2006	1,070	6,6%	1,088	6,5%	1,148	6,1%
2007	1,096	2,4%	1,113	2,3%	1,184	3,1%
2008	1,211	10,5%	1,221	9,7%	1,291	9,0%

Tabelle 2: Steigung der Benzinpreise seit 1985 in € ³⁸

³⁸ Steigung der Benzinpreise seit 1985 in €, ÖAMTC, Mag. Brandau Elisabeth, Stand: 12.05.2009

2.1.2. Dieselmotor

Wie auch schon der Ottomotor wurde auch der Dieselmotor nach seinem Entwickler, in diesem Fall **Rudolf Diesel**, benannt. Der wesentliche Unterschied zum Ottomotor ist die Selbstzündung des eingespritzten Kraftstoffes in der heißen, komprimierten Verbrennungsluft. Beim Ottomotor wird bekanntlich ein Kraftstoff-Luft-Gemisch eingespritzt und mit einer Zündkerze entzündet.

Auch in der Geschichte der Daimler AG spielt der Dieselmotor eine wichtige Rolle, wie folgende Meilensteine es zeigen: ³⁹

- **1922** – das erste Serienfahrzeug mit Dieselmotor ist der Ackerschlepper Typ 6 von Benz-Sendling
- **1923** – erster Lastkraftwagen mit Dieselmotor von MAN, Benz und Daimler, die Markteinführung war 1924
- **1934** – erster Turbodieselmotor für einen Eisenbahnzug von Maybach
- **1936** – erster in Serie gebauter PKW mit Dieselmotor, Mercedes-Benz 260 D
- **1936** – Daimler-Benz Luftschiff-Dieselmotor für das Luftschiff Hindenburg
- **1953** – Mercedes-Benz Löschfahrzeug geht in Kleinserie mit Turbodiesel
- **1958** – erster Dieselmotor mit oben liegender Nockenwelle von Daimler-Benz
- **1977** – erster PKW-Turbodiesel, Mercedes-Benz 300 SD

Beim Dieselmotor wird Luft und kein zündfähiges Luft-Kraftstoff-Gemisch zugeführt. Diese Luft wird dabei im Zylinder verdichtet und auf etwa 700 °C bis 900 °C erhitzt. Der Dieselkraftstoff wird danach in die heiße Luft eingespritzt und die hohe Temperatur der Luft reicht aus um das Gemisch zu zünden.

³⁹ Vgl. Wikipedia, Geschichte des Dieselmotor,
<http://de.wikipedia.org/wiki/Dieselmotor#Geschichte> – Aufruf 28.06.2009

3. Takt – Arbeiten bzw. Verbrennen ⁴⁵

Am Ende des Verdichtungsstaktes wird mit bis zu 2.050 bar Druck Dieselkraftstoff in den Brennraum eingespritzt. In der sehr heißen Luft verdampft der Kraftstoff und vermischt sich mit der Luft. Die Selbstzündungstemperatur des Dieseltreibstoffes liegt bei 320 °C bis 380 °C. Die Temperatur der verdichteten Luft liegt darüber und somit wird die Verbrennung ausgelöst. Das bedeutet, dass bei Dieselmotoren keine Zündkerzen nötig sind. Dabei wird der Kolben nach unten gedrückt und in mechanische Energie umgewandelt.

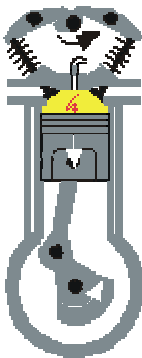


Abb. 8: Arbeitstakt bei Dieselmotor ⁴⁶

⁴⁵ Vgl. Gscheidle, Rolf: Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik, 28. Auflage, Stuttgart, FS Fachbuch, 2008, Seite 186

⁴⁶ Arbeitstakt bei Dieselmotor, http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph09/umwelt_technik/08vergleich_o_d/vergleich_o_d.htm - Aufruf 12.07.2009

4. Takt – Ausstoßen ⁴⁷

Wie auch beim Ottomotor öffnet sich das Auslassventil und der am Ende des Arbeitstaktes noch vorhandene Druck von vier bis sechs bar stoßen die 550 °C bis 750 °C heißen Abgase aus dem Zylinder aus. Die Abgastemperaturen sind geringer als jene beim Ottomotor und somit ist auch der Wärmeverlust geringer als beim Ottomotor. Damit kann ein höherer Wirkungsgrad erzielt werden.

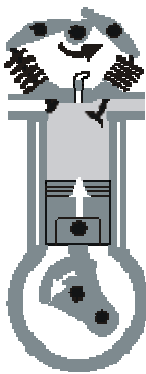


Abb. 9: Ausstoßtakt bei Dieselmotor ⁴⁸

⁴⁷ Vgl. Gscheidle, Rolf: Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik, 28. Auflage, Stuttgart, FS Fachbuch, 2008, Seite 186

⁴⁸ Ausstoßtakt bei Dieselmotor, http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph09/umwelt_technik/08vergleich_o_d/vergleich_o_d.htm - Aufruf 12.07.2009

Dieselpartikelfilter

Im Jahr 1985 wurde das erste Mal serienmäßig ein Dieselpartikelfilter in einem Fahrzeug eingebaut.⁴⁹ Dieses Fahrzeug war ausschließlich für den amerikanischen Markt bestimmt, der Mercedes-Benz 300 SDL. Mercedes-Benz war auch im Jahr 2003 der erste Automobilhersteller, der in Österreich alle Fahrzeuge serienmäßig mit einem Dieselpartikelfilter ausstattete.⁵⁰ Hintergrund war die Einführung des Dieselpartikelfilterbonus mit 1. Juli 2005. Bei dieser Bonus-Malus-Regelung wurden alle Dieselfahrzeuge mit mehr als 81 kW Leistung und ohne Dieselpartikelfilter mit 1,5% der Bemessungsgrundlage (=Listenpreis), jedoch maximal mit € 150 besteuert. Bei Diesel-PKW welche mit einem Dieselpartikelfilter ausgestattet wurden hatte sich bis zum 30.06.2008 die Normverbrauchsabgabe um € 300 verringert. Dieser Dieselpartikelfilterbonus wurde am 1. Juli 2008 durch die Ökologisierung der Normverbrauchsabgabe (NoVA) abgelöst.⁵¹ Der Malus für einen nicht vorhandenen Dieselpartikelfilter ist aktuell immer noch gültig. Aufgrund der höheren Kohlenmonoxid und Stickoxid Belastung sind Benzinmotoren für die Klimaerwärmung schlechter geeignet. Im Gegenzug sind Dieselmotoren aufgrund des hohen Rußpartikelaustrittes und Feinstaubes für Lebewesen schädlicher. Mit der Einführung des Dieselpartikelfilters konnte ein weiterer Schritt in Richtung weniger Emissionen gemacht werden.

⁴⁹ Vgl. Wikipedia, Dieselpartikelfilter, <http://de.wikipedia.org/wiki/Dieselpartikelfilter> – Aufruf 28.06.2009

⁵⁰ Vgl. <http://www.auto-motor.at/Auto/Autos-Neuwagen/Automarken-Automodelle-Neuigkeiten/Mercedes-News/Mercedes-Diesel-Partikelfilter.html> - Aufruf 12.07.2009

⁵¹ Siehe Regulierungen und Vgl. Bundesministerium für Finanzen: <https://www.bmf.gv.at/Steuern/Brgerinformation/AutoundSteuern/NormverbrauchsabgabeNOVA/start.htm> – Aufruf: 06.05.2009

Vorteile des Dieselmotors⁵²

Der größte Vorteil des Dieselmotors ist der geringere Verbrauch im Gegensatz zum Ottomotor. Weiters weist der Dieselmotor in den unteren Drehzahlbereichen ein weit höheres Drehmoment auf. Das höhere Drehmoment ist für die Beschleunigung von immenser Bedeutung und mit unter auch ein Sicherheitsaspekt, weil sich der Lenker in einer Gefahrensituation gegebenenfalls schneller aus einem Gefahrenbereich entfernen kann. Im Vergleich zum Ottomotor, ohne Abgasnachbehandlung, weist der Dieselmotor einen geringeren Ausstoß von Kohlenwasserstoffen, Kohlenmonoxid und Stickoxid auf. Weiters zeigt die Praxis, dass Dieselmotoren eine höhere Zuverlässigkeit und längere Lebensdauer als Benzinmotoren aufweisen.⁵³

Vorteile des Benzinmotors⁵⁴

Der Benzinmotor weist ein viel geringeres Leistungsgewicht, Gewicht pro kW bzw. PS, als der Dieselmotor auf. Der Drehzahlbereich in dem der Benzinmotor arbeiten kann, ist ebenso höher angesiedelt als der des Dieselmotors. Das ist unter anderem ein Grund warum, von wenigen Ausnahmen abgesehen, nahezu alle Sportwagen und Rennautos mit Benzinmotoren ausgestattet sind. Aufgrund der geringeren Entwicklungskosten sind Fahrzeuge mit Benzinmotoren in der Regel auch billiger als Fahrzeuge mit Dieselmotor. Ebenso liegt der Geräuschpegel von Benzinmotoren unter jenem der Diesel, vor allem bei älteren Dieselmotoren, was auf einen unkultivierteren Motorlauf zurückzuführen ist.

⁵² Vorteile des Dieselmotors, http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph09/umwelt_technik/08vergleich_o_d/vergleich_o_d.htm - Aufruf 12.07.2009

⁵³ Vgl. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/dewiki/333345> - Aufruf 12.07.2009

⁵⁴ Vorteile Benzinmotor, http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph09/umwelt_technik/08vergleich_o_d/vergleich_o_d.htm - Aufruf 12.07.2009

Dieselpreise

Wie auch schon mit den Benzinpreisen aufgezeigt wurde, sind auch bei den Dieselpreisen die Jahre 1995, 2000, 2002 und 2008 sehr auffällig in der Preisentwicklung. Wobei das Jahr 1996, das Jahr nach dem EU-Beitritt, auch mit einer hohen Preissteigerung auffällig ist. Das Jahr 2000 weist mit einer Preissteigerung von 24,5% die höchste Steigerung in den letzten 24 Jahren auf. Aber auch im letzten Jahr war die Preissteigerung, in Höhe von 20,9%, aufgrund der wirtschaftlichen Entwicklung stark spürbar. Durch diese Umstände werden für Kunden alternative Antriebsarten wieder interessanter und stärker nachgefragt.

Jahr	Diesel	+/- VJ
1985	0,763	
1986	0,654	-14,3%
1987	0,581	-11,1%
1988	0,560	-3,7%
1989	0,596	6,5%
1990	0,640	7,3%
1991	0,596	-6,8%
1992	0,560	-6,1%
1993	0,545	-2,6%
1994	0,552	1,3%
1995	0,581	5,3%
1996	0,654	12,5%
1997	0,669	2,2%
1998	0,610	-8,7%
1999	0,625	2,4%
2000	0,778	24,5%
2001	0,755	-3,0%
2002	0,718	-4,9%
2003	0,729	1,5%
2004	0,802	10,0%
2005	0,941	17,3%
2006	1,008	7,1%
2007	1,030	2,2%
2008	1,245	20,9%

Tabelle 3: Steigung der Dieselpreise seit 1985 in € ⁵⁵

⁵⁵ Steigung der Dieselpreise seit 1985 in €, ÖAMTC, Mag. Brandau Elisabeth, Stand: 12.05.2009

Aus aktuellem Anlass möchte der Verfasser nachfolgende Treibstoffpreisentwicklung aufgreifen. Manchmal gibt es auch positive Entwicklungen, zumindest aus Sicht der Autofahrer. Am 29.06.2009 eröffnete ein bekannter Lebensmitteldiskonter, zusammen mit einem privaten österreichischen Tankstellenbetreiber, drei neue Diskonttankstellen in Salzburg und Umgebung. Die Zielsetzung der Diskonttankstellen lautet aufgrund der geringeren Personalkosten dauerhaft einen um zwei Cent günstigeren Preis als bei den großen Markentankstellen anzubieten. Weiters ist die Bezahlung ausschließlich mit Bankomat- oder Kreditkarte möglich.⁵⁶



Abb. 10: Treibstoffpreise bei Diskonttankstellen in Salzburg am 29.06.2009⁵⁷

Am Eröffnungstag wurde dieses Ziel jedoch weit unterboten. Aufgrund der Tatsache, dass sich die großen Markentankstellen eine Preisschlacht mit dem neuen Konkurrenten geboten haben, wurden Preise wie zu Beginn der Achtzigerjahre des vergangenen Jahrhunderts erzielt. Diese Tatsache hat zu einem Verkehrschaos in der Stadt Salzburg geführt, weil sich so viele Autofahrer an den Tankstellen angestellt hatten und sich somit lange Warteschlangen bildeten.

⁵⁶ Vgl. Spritpreise am 29.06.2009, <http://salzburg.orf.at/stories/371712/> - Aufruf 30.06.2009

⁵⁷ Treibstoffpreise bei Diskonttankstellen in Salzburg am 29.06.2009, <http://salzburg.orf.at/stories/371712/> - Aufruf 30.06.2009

Um ein Gefühl zu bekommen, wie sich die Preise historisch entwickelt haben, sollte folgende Tabelle beitragen.

	Superbenzin	Normalbenzin	Diesel
14.02.1955	0,287	0,269	0,182
14.11.1955	0,265	0,225	0,182
01.01.1961	0,269	0,233	0,167
01.06.1966	0,283	0,247	0,182
01.01.1971	0,283	0,247	0,233
01.01.1972	0,298	0,262	0,233
01.06.1973	0,327	0,283	0,262
14.11.1973	0,407	0,356	0,320
23.02.1974	0,472	0,422	0,385
15.07.1974	0,472	0,422	0,371
01.11.1974	0,472	0,422	0,378
06.03.1975	0,472	0,422	0,371
16.10.1975	0,472	0,422	0,385
18.03.1976	0,531	0,480	0,443
09.02.1977	0,509	0,480	0,443
28.03.1979	0,531	0,480	0,443
31.05.1979	0,574	0,523	0,523
25.06.1979	0,574	0,523	0,538
24.07.1979	0,574	0,523	0,560
21.11.1979	0,574	0,523	0,567
06.12.1979	0,574	0,523	0,574
18.01.1980	0,610	0,560	0,574
30.01.1980	0,610	0,560	0,603
29.04.1980	0,669	0,618	0,625
25.11.1980	0,712	0,661	0,690
21.02.1981	0,756	0,705	0,734
10.07.1981	0,792	0,741	0,749

Tabelle 4: Preisentwicklung Treibstoffe von 1955 bis 1981 in € ⁵⁸

In Österreich erfreuen sich auch die Dieselizeassungen hoher Beliebtheit. ⁵⁹ Somit war die starke Preissteigerung im Jahr 2000 insbesondere für eine Vielzahl der österreichischen Autofahrer stark spürbar. Der Dieselmotor hat, gemessen am Gesamtmarkt, einen Marktanteil von etwa 46,2%. Zum Vergleich bei Mercedes-Benz sind etwa 63,6% Diesel.

⁵⁸ Preisentwicklung Treibstoffe von 1955 bis 1981 in €, ÖAMTC, Mag. Brandau Elisabeth, Stand: 12.05.2009

⁵⁹ Zulassungen per Mai 2009 laut MAPIS

2.1.3. Erdgas- und Hybridantrieb

Zwei Antriebsarten welche sich immer größerer Beliebtheit erfreuen sind der Erdgasantrieb und der Hybridantrieb. Nachfolgend möchte der Verfasser diese beiden Antriebsarten näher beschreiben.

Erdgasantrieb

Beim Betrieb mit Erdgas werden Benzinmotoren verwendet. Unterschieden werden zwei verschiedene Arten von Erdgasantrieb:

- monovalenter Erdgasantrieb
- bivalenter Erdgasantrieb

Fahrzeuge mit monovalentem Erdgasantrieb werden ausschließlich mit Erdgas betrieben, wobei meist ein kleiner zusätzlicher Reservetank für Benzin verbaut wird um die Reichweite geringfügig zu erweitern.⁶⁰ Der größte Nachteil monovalenter Erdgasfahrzeuge ist, dass aufgrund des teilweise noch zu geringen Erdgastankstellennetzes⁶¹ ländliche Gebiete schlecht erreichbar sind. Im urbanen Bereich ist das Tankstellennetz besser ausgebaut und daher werden erdgasbetriebene Fahrzeuge beispielsweise auch im Taxigewerbe eingesetzt.

Bei bivalentem Erdgasantrieb ist der Betrieb sowohl mit Erdgas als auch, aufgrund des vollwertig verbauten Benzintankes, der Betrieb mit Benzin möglich. Dadurch kann die Reichweite erheblich gesteigert werden.

Bei Mercedes-Benz wird aktuell ein Personenkraftwagen, welcher mit Erdgas betrieben wird, angeboten, der B 170 NGT BlueEFFICIENCY. NGT steht bei Mercedes-Benz für die Abkürzung Natural Gas Technology. Der B 170 NGT BlueEFFICIENCY verfügt über den bivalenten Erdgasantrieb.

⁶⁰ Reservetank bei Opel Zafira, <http://www.opel.at/page.asp?id=2009022523001703IM7> und Volkswagen Touran TSI EcoFuel, http://www.volkswagen.at/modelle/touran/highlights/touran_tsi_ecofuel – Aufruf 13.07.2009

⁶¹ Erdgastankstellennetz, <http://www.erdgasautos.at/tanken/570> - Aufruf 13.07.2009

Die fünf Erdgastanks werden beim B 170 NGT BlueEFFICIENCY im Unterboden, im so genannten Sandwichboden, und im Ladeboden des Kofferraums untergebracht. ⁶² Dadurch verringert sich das Ladevolumen des Kofferraums geringfügig. Das Fahrzeug erzielt sowohl bei Betrieb mit Benzin als auch mit Erdgas dieselben Leistungsdaten. Der Fahrer kann während der Fahrt über das Multifunktionslenkrad einstellen, mit welchem Treibstoff er fahren möchte. Dabei verspürt man während der Fahrt beim Wechsel zwischen den beiden Treibstoffen keinen Unterschied bei Leistung oder Geräuschpegel.



Abb. 11: Anordnung Erdgastanks bei B 170 NGT BlueEFFICIENCY ⁶³

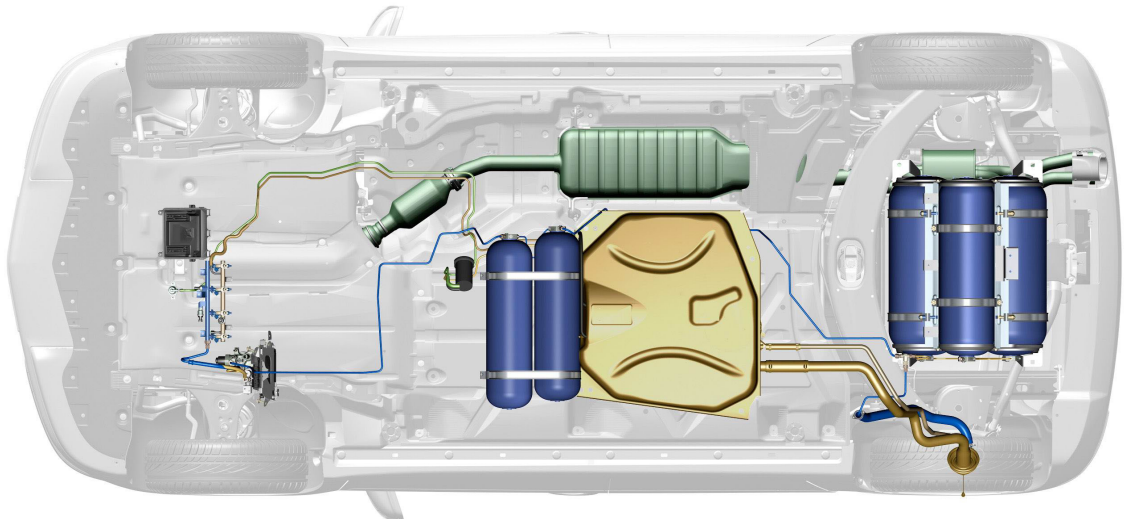


Abb. 12: Anordnung Erdgastanks bei B 170 NGT BlueEFFICIENCY ⁶⁴

⁶² Siehe Abbildung 11 und Abbildung 12

⁶³ Anordnung der Erdgastanks bei B 170 NGT BlueEFFICIENCY, <http://media.daimler.com/dcmedia/home/d> - Aufruf 03.07.2009

⁶⁴ Anordnung der Erdgastanks bei B 170 NGT BlueEFFICIENCY, <http://media.daimler.com/dcmedia/home/d> - Aufruf 03.07.2009

Sobald die Erdgastanks leer sind, wird automatisch auf Betrieb mit Benzin umgestellt. Die für Kunden wesentlichen Vorteile eines erdgasbetriebenen Fahrzeuges sind der geringere Emissionsausstoß, und damit verbunden eine geringere Besteuerung (NoVA). Weiters sind die Treibstoffkosten für Erdgas, mit € 0,749 je Kilogramm, geringer als jene für Benzin oder Diesel.⁶⁵

Der B 170 NGT BlueEFFICIENCY wurde im Jahr 2008 in Österreich auf den Markt gebracht. Die B-Klasse ist für einen Antrieb mit alternativen Treibstoffen aufgrund des so genannten Sandwichbodens bestens geeignet. Der Sandwichboden ist ein zehn bis 15 Zentimeter hoher Raum unter der Fahrgastzelle, der ursprünglich als Sicherheitskonzept entwickelt wurde. In diesem Raum lassen sich die Tanks für das Erdgas optimal unterbringen und somit ist das Kofferraumvolumen weitestgehend gleich bleibend.

Insgesamt kann im B 170 NGT BlueEFFICIENCY 17 Kilogramm Erdgas getankt werden, was einer Füllmenge von 100 Litern entspricht. Der B 170 NGT BlueEFFICIENCY verfügt über insgesamt fünf Gasbehälter. Zwei Gasbehälter mit 11,5 Litern, zwei mit 30 Litern und einen mit 17 Litern. Der B 170 NGT BlueEFFICIENCY erreicht eine Reichweite von bis zu 1.060 Kilometern bei einer Leistung von 85 kW bzw. 116 PS.

Bei der Mercedes-Benz E-Klasse war ebenfalls eine erdgasbetriebene Variante erhältlich. Der E 200 NGT BlueEFFICIENCY hatte eine Leistung von 120 kW bzw. 163 PS. Wie auch beim B 170 NGT BlueEFFICIENCY wird beim E 200 NGT BlueEFFICIENCY über das Multifunktionslenkrad gesteuert mit welchem Treibstoff man fahren möchte. Derzeit ist diese Variante nicht mehr erhältlich. Im März 2009 wurde die neue Mercedes-Benz E-Klasse in Österreich in den Markt eingeführt. Bei der neuen E-Klasse wird ebenfalls wieder eine erdgasbetriebene Variante erhältlich sein. Geplant ist, dass dieser neue E 200 NGT BlueEFFICIENCY ab 2011 erhältlich ist.

⁶⁵ Günstigster Erdgaspreis in Österreich laut ÖAMTC am 13.07.2009, <http://www.oeamtc.at/sprit/?state=&fuelType=9&daysLimit=-1&ZIP=&spritaction=doSimpleSearch&search=Anzeigen> – Aufruf 13.07.2009

Hybridantrieb

Hybridantriebe kombinieren Verbrennungsmotoren mit Elektromotoren, die abhängig von Fahrzeugart und der Fahrsituation einzeln oder gemeinsam betrieben werden können. Die aktuell verfügbaren Hybridantriebe eignen sich lediglich für den innerstädtischen Betrieb.⁶⁶ Man unterscheidet folgende drei Arten des Hybridantriebs:

- Softhybrid
- Mildhybrid
- Vollhybrid

Softhybride verfügen über eine Start-Stopp-Automatik. Durch diese Start-Stopp-Automatik kann der Verbrauch gezielt minimiert werden. Bei dieser wird der Motor unter einer festgelegten Geschwindigkeit automatisch abgeschaltet, zum Beispiel bei der Zufahrt zu einer roten Ampel. Bei Betätigen des Kupplungspedals startet der Verbrennungsmotor selbstständig und die Fahrt kann wie gewohnt fortgesetzt werden. Bei Mercedes-Benz verfügen einige Varianten der A-Klasse und B-Klasse und bei smart alle Benzinmodelle außer der Brabus-Variante über eine Start-Stopp-Funktion.

Mildhybride bezeichnet man Fahrzeuge die zusätzlich zu einer Start-Stopp-Automatik über einen zusätzlichen Elektroantrieb verfügen. Dieser Elektroantrieb dient als Booster bei der Beschleunigung um schneller die gewünschte Geschwindigkeit zu erreichen. Der reine Antrieb mit dem Elektromotor ist nicht möglich. Zusätzlich wird bei Mildhybriden, wie zum Beispiel der neue Mercedes-Benz S 400 Hybrid, die Batterie durch Rekuperation wieder aufgeladen. Als Rekuperation bezeichnet man die Aufladung der Batterie durch beispielsweise Bremsenergieerückgewinnung oder auch durch den Verbrennungsmotor.

⁶⁶ Vgl. Daimler AG Communications: Der Weg zur nachhaltigen Mobilität, Stuttgart, 2008, Seite 23

Vollhybrid-Fahrzeuge sind aktuell ein erklärtes Ziel vieler Automobilhersteller. Im Gegensatz zum Mildhybrid wird der Vollhybrid größtenteils von einem Elektromotor angetrieben. Der dennoch vorhandene kleine Verbrennungsmotor wird bei entleerter Batterie zur Fortbewegung und zum Laden der Batterie benötigt. Im Premiumsegment ist Lexus der bislang einzige Automobilhersteller der einen Vollhybrid anbieten kann.

Für Hybridfahrzeuge ist die Entwicklung leistungsstarker Batterien von entscheidender Bedeutung. Deutschland spielt aktuell eine Vorreiterrolle bei der Fertigung von Batterien für den Hybridantrieb. Aktuell hat die Li-Tec Battery GmbH, ein Gemeinschaftsunternehmen von Evonik und der Daimler AG, die Lithium-Ionen-Batterie auf den Markt gebracht. Diese Batterie kommt im neuen Mercedes-Benz S 400 Hybrid zum Einsatz. Mit der Lithium-Ionen-Batterie ist aber noch nicht das erklärte Ziel erreicht, denn auch mit dieser Batterie können die gewünschten Reichweiten, welche für den alltäglichen Betrieb notwendig sind, nicht erreicht werden.



Abb. 13: Lithium-Ionen-Batterie ⁶⁷

⁶⁷ Lithium-Ionen-Akku, <http://media.daimler.com/dcmmedia/home/d> - Aufruf 12.03.2009

Bislang hatte der japanische Hersteller Toyota, auch mit seiner Premiummarke Lexus, die Vorreiterrolle, was den Hybridantrieb betrifft.⁶⁸

Anfang Juli 2009 wurde der neue Mercedes-Benz S 400 Hybrid auf den Markt gebracht. Der S 400 Hybrid wird durch einen 6-Zylinder-Ottomotor und einem zusätzlichen Elektromotor angetrieben. Die zusätzlichen Bauteile weisen ein Mehrgewicht von lediglich 75 Kilogramm auf. Beim S 400 Hybrid verfügt auch über eine Start-Stopp-Funktion. Bei einer Geschwindigkeit von unter 15 km/h wird der Verbrennungsmotor automatisch abgeschaltet. Weiters wird die Lithium-Ionen-Batterie auch während der Fahrt geladen (Rekuperation). Sobald der Fahrer den Fuß vom Gaspedal nimmt, setzt diese ein. Dabei wird Bewegungsenergie in elektrische Energie umgewandelt und in der Lithium-Ionen-Batterie gespeichert. Zusätzlich wird auch während der Verzögerung bzw. des Bremsvorganges Bremsenergie umgewandelt. Beim Beschleunigen unterstützt der Elektromotor durch den so genannten Boost-Effekt. Der S 400 Hybrid weist eine Leistung von 205 kW bzw. 279 PS für den Ottomotor plus 15 kW bzw. 20 PS für den Elektromotor auf. Das bedeutet, dass eine Gesamtleistung von 220 kW und 299 PS zur Verfügung steht und das bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 7,9 Litern Benzin auf 100 Kilometern. Mit diesen Verbrauchswerten ist der S 400 Hybrid die sparsamste Luxuslimousine der Welt.



Abb. 14: Mercedes-Benz S 400 Hybrid⁶⁹

⁶⁸ Zu Toyota, und vor allem auch zu Lexus, erfahren Sie mehr unter Punkt 2.2.3.

⁶⁹ Mercedes-Benz S 400 Hybrid, <http://media.daimler.com/dcmedia/home/d> - Aufruf 03.07.2009

2.2. Wettbewerbssituation

Der laufende Wettbewerb gestaltet sich in der Automobilbranche, wie in jeder hoch technologischen Branche, sehr hart und intensiv. Nahezu jeder Hersteller entwickelt alternative Antriebe und versucht die aktuellen Verbrennungsmotoren zu verbessern. Der Verfasser möchte mit diesem Punkt einen kleinen Überblick über Mercedes-Benz und seine wichtigsten Wettbewerber geben.

2.2.1. BlueEFFICIENCY bei Mercedes-Benz

BlueEFFICIENCY ist ein Paket intelligenter Maßnahmen und Technologien zur Kraftstoffeinsparung und zur Senkung der Emissionen. Unverändert bleiben der hohe Komfort und die für Mercedes-Benz typische Sicherheit. Dabei werden Potenziale aus allen Entwicklungsbereichen genutzt, vor allem aber werden folgende Bereiche der Fahrzeuge angepasst, verbessert und optimiert.⁷⁰

- Optimierung des Motorenmanagements
- ECO-Start-Stopp-Funktion – der Motor stoppt bei Stillstand des Fahrzeuges, zum Beispiel an der Ampel, und startet wieder bei Betätigung der Kupplung
- Optimierung des Getriebes – Schaltempfehlungen um in möglichst niedrigem Drehzahlbereich zu fahren
- Rollwiderstandsoptimierte Reifen
- Optimierung des Generatorenmanagements wie zum Beispiel die Pumpe der Servolenkung
- Verbesserung der Aerodynamik

⁷⁰ Vgl. Mehr über Mercedes-Benz – Tech Center http://www2.mercedes-benz.at/content/austria/mpc/mpc_austria_website/de/home_mpc/passengercars/home/passenger_cars_world/innovation/techcenter.html - Aufruf 23.06.2009

So konnten beispielsweise beim C 180 Kompressor BlueEFFICIENCY folgende Maßnahmen zu einer Kraftstoffersparnis von 12,1% im Vergleich zum Vergleichsfahrzeug, C 180 Kompressor, führen.⁷¹

- **Motor** – der Hubraum wurde um 200 Kubikzentimeter verringert, daher geringer Kraftstoffverbrauch bei gleicher Leistung – 4,7% weniger Verbrauch (Downsizing)
- **Energiemanagement** – Optimierung der Lenkhilfpumpe, weil die Lenkung nur dann unterstützt wird wenn die Pumpe gebraucht wird – 2,4% weniger Verbrauch
- **Getriebe** – verlängerte Hinterachsübersetzung – 2,2% weniger Verbrauch
- **Aerodynamik** – abgedichtete Trennfugen bei den Scheinwerfern, neue Außenspiegel und eine vollständige Verkleidung von Motorraum und Unterboden – 1,2% weniger Verbrauch
- **Reifen** – Leichtlaufreifen mit geringerem Rollwiderstand – 1,6% weniger Verbrauch



Abb. 15: BlueEFFICIENCY-Emblem⁷²

⁷¹ Vgl. Mehr über Mercedes-Benz – Tech Center http://www2.mercedes-benz.at/content/austria/mpc/mpc_austria_website/de/home_mpc/passengercars/home/passenger_cars_world/innovation/techcenter.html - Aufruf 23.06.2009

⁷² BlueEFFICIENCY-Emblem wird auf jedem BlueEFFICIENCY-Fahrzeug am Kotflügel angebracht, <http://media.daimler.com/dcmedia/home/d> - Aufruf 12.07.2009

2.2.2. EfficientDynamics bei BMW

Wie BlueEFFICIENCY bei Mercedes-Benz, so hat auch BMW ein innovatives Paket zusammengestellt, mit dem der Kraftstoffverbrauch und die Emissionen gesenkt werden sollen. Unter dem Begriff EfficientDynamics versammelt BMW alle Maßnahmen die dabei helfen den Verbrauch zu senken. Folgende Bereiche umfasst EfficientDynamics: ⁷³

- Bremsenergierückgewinnung – beim Bremsen wird die Autobatterie geladen, somit erhält diese auch eine längere Lebensdauer
- Auto Start Stopp Funktion – der Motor stoppt bei Stillstand des Fahrzeuges, zum Beispiel an der Ampel, und startet wieder bei Betätigung der Kupplung
- Automatische Luftklappensteuerung – geringerer Luftwiderstand und der Motor ist schneller auf Betriebstemperatur
- High Precision Injection – optimierte Einspritzvorgänge
- Verbessertes Automatikgetriebe
- Intelligenter Leichtbau

⁷³ BMW EfficientDynamics,
http://www.bmw.at/at/de/insights/technology/efficient_dynamics/phase_2/introduction.html -
Aufruf 23.06.2009

2.2.3. Hybrid bei Toyota und Lexus

Toyota ist in den letzten Jahren der Automobilhersteller mit dem größten Wachstum weltweit. Aufgrund dieses Wachstums konnte Toyota General Motors als größten Automobilproduzenten der Welt ablösen.

Mit dem Prius feierte Toyota im Jahr 1997 die Markteinführung in den USA mit einem Fahrzeuges mit Hybridantrieb. Bereits im Jahr 2000 erschien eine überarbeitete Version des Prius. Jedoch gelang erst mit der zweiten Generation, ab 2003, der weltweite Durchbruch. Vor allem bei Prominenten in den USA war der Prius sehr begehrt, weil man damit sein Umweltbewusstsein ausdrücken wollte.



Abb. 16: Toyota Prius der zweiten Generation ⁷⁴

Auf der North American International Auto Show in Detroit im Jänner 2009 wurde die dritte Generation des Toyota Prius der Weltöffentlichkeit vorgestellt und dieser soll den Erfolg der vorigen Generation weiterführen. Der Verbrauch des neuen Prius liegt bei etwa 3,9 Litern Benzin auf 100 km. ⁷⁵

⁷⁴ Toyota Prius, <http://www.auto-schneider-nidda.de/images/prius1.jpg> - Aufruf 28.06.2009

⁷⁵ Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Toyota_Prius - Aufruf 23.06.2009

Lexus wurde im Jahr 1989 als Premiummarke von Toyota gegründet. Im selben Jahr wurden die ersten Fahrzeuge in den Vereinigten Staaten in den Markt eingeführt. Die Fahrzeuge von Lexus sind alle im Premiumsegment positioniert und zielen im Wesentlichen direkt auf die Produkte von Mercedes-Benz, Audi, BMW und Jaguar. In Europa gelang der Durchbruch mit dem Hybridantrieb. Kein anderer Automobilhersteller ist mit Hybridfahrzeugen so breit aufgestellt wie Lexus. Aktuell bietet Lexus drei verschiedene Fahrzeuge mit Hybridantrieb an: Lexus GS, eine Oberklasselimousine, Lexus LS, eine Luxusklasselimousine, und den Lexus RX, ein SUV.⁷⁶

⁷⁶ Vgl. www.lexus.at – Aufruf 23.06.2009

2.3. Zukünftige alternative Antriebsarten

In Zukunft stehen der Automobilbranche weitere Umbrüche bevor. Die stetig steigenden Treibstoffpreise der letzten Jahrzehnte, sowohl bei Benzin als auch Diesel, führen dazu, dass bei Konsumenten die Nachfrage nach alternativen Antriebsarten steigt. Langfristig heißt die Devise – Unabhängigkeit vom Erdöl. Viele Hersteller entwickeln daher alternative Antriebskonzepte. Von der Daimler AG werden zwei Antriebskonzepte konkret forciert.

Zum einen ist dies der Elektroantrieb, zum anderen der Brennstoffzellenantrieb. Beide Konzepte werden mit hohem Kostenaufwand vorangetrieben. Beispielsweise wurden im abgelaufenen Jahr 2008 insgesamt € 4,4 Milliarden an Forschungs- und Entwicklungsleistungen innerhalb der Daimler AG erbracht und davon € 2,9 Milliarden alleine bei Mercedes-Benz.⁷⁷ Aus heutiger Sicht kann man noch nicht genau sagen welches alternative Antriebskonzept sich durchsetzen wird, Elektro- oder Brennstoffzellenantrieb. Aus diesem Grund legt man sich innerhalb der Daimler AG aktuell noch nicht fest und die Entwicklung wird in beide Richtungen vorangetrieben.

Folgende Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz sind für die Entwicklung und Umsetzung alternativer Antriebskonzepte von wesentlicher Bedeutung.⁷⁸

- Mercedes-Benz Auto 2000
- Mercedes-Benz NAFA
- Mercedes-Benz F 500 Mind
- Mercedes-Benz bionic car
- Mercedes-Benz F 600 HY^{GENIUS}
- Mercedes-Benz F 700

⁷⁷ Vgl. Innovationen für nachhaltige Mobilität, Geschäftsbericht 2008, Seite 2

⁷⁸ Nähere Beschreibung dieser und weiterer Forschungsfahrzeuge befindet sich im Anhang

2.3.1. Effizienzsteigerung bei Verbrennungsmotoren

Viele Automobilhersteller verfolgen zwar alternative Antriebskonzepte, jedoch arbeiten derzeit alle Automobilhersteller an der Effizienzsteigerung von bestehenden Verbrennungsmotoren. Beispielsweise hält derzeit bei fast allen Mercedes-Benz Personenkraftwagen mit Benzinmotor die Direkteinspritzung Einzug. Die Direkteinspritzung wurde bislang eher bei Dieselmotoren eingesetzt, was auch ein Grund dafür war warum diese einen geringeren Verbrauch erzielen konnten als Benzinmotoren. Durch Direkteinspritzung wird eine Minimierung des Verbrauchs und der Emissionen erzielt.

Die neuen 4-Zylinder- und 6-Zylinderbenzinmotoren der neuen E-Klasse, welche im März 2009 in den Markt eingeführt wurde, werden bereits alle mit Direkteinspritzung ausgestattet.

In der Automobilbranche ist derzeit das Wort Downsizing in aller Munde. Downsizing steht dabei für immer kleiner werdende Motoren was Hubraum und Verbrauch betrifft, jedoch oft an Leistung einen Zuwachs haben.⁷⁹ Viele Kunden, die in den letzten Jahren ein Fahrzeug mit, zum Beispiel 6-Zylinder-Motor gehabt haben, entscheiden sich aufgrund der Treibstoffpreise und der ausreichenden Leistung für die neuen 4-Zylinder-Motoren. Der C 180 Kompressor BlueEFFICIENCY eignet sich bestens als Beispiel für Downsizing. Aufgrund der BlueEFFICIENCY-Maßnahmen, welche auch den Motor betreffen, konnte eine Verbrauchsreduzierung von bis zu 12,1% erzielt werden. Hierbei wurde der Hubraum um 200 Kubikzentimeter verringert bei gleich bleibender Leistung.

⁷⁹ Siehe auch BlueEFFICIENCY Maßnahmen bei C 180 Kompressor BlueEFFICIENCY unter Punkt 2.2.1.

Aktuell entwickelt Mercedes-Benz den so genannten DIESOTTO-Motor. Der DIESOTTO-Motor nutzt die jeweiligen Vorteile des Benzin- und Dieselmotors und versucht diese in einem Motor zu vereinen. Beispielsweise wäre das der geringere Emissionsausstoß des Benzinmotors und der Verbrauchsvorteil des Dieselmotors. Mit dem DIESOTTO-Motor lautet das Ziel den Benzinmotor so verbrauchsgünstig wie den Dieselmotor zu machen. Präsentiert wurde der DIESOTTO-Motor erstmals mit dem Forschungsfahrzeug Mercedes-Benz F 700. Bei diesem Fahrzeug konnte, für ein Fahrzeug dieser Größe, ein hervorragender Verbrauchswert von 5,3 Litern Benzin auf 100 Kilometern, bei einer Leistung 175 kW bzw. 238 PS und 15 kW bzw. 20 PS für einen Elektromotor, erzielt werden.⁸⁰

Auch bieten die drei Hybridvarianten, Soft-, Mild- und Vollhybrid, eine weitere Möglichkeit die Verbrennungsmotoren weiter effizienter zu gestalten.⁸¹

⁸⁰ Vgl. Presseaussendung Daimler AG: Forschungsfahrzeug F 700, 11.07.2007, <http://media.daimler.com/dcmedia/home/d> - Aufruf 12.07.2009

⁸¹ Siehe Hybridantrieb Seite 46

2.3.2. Elektroantrieb

Die Fortbewegung mit Hilfe eines Elektromotors ist keine Erfindung des 21. Jahrhunderts – im Gegenteil – bereits im 19. Jahrhundert wurden dreirädrige Automobile mit Hilfe eines Elektromotors angetrieben. Die Entwicklung in Richtung alternative Antriebskonzepte, vor allem Elektroantrieb, hat einen einfachen Grund: die Erdölressourcen werden irgendwann nicht mehr ausreichen um die Mobilität mit ausreichend Treibstoff sicherstellen zu können. Daher werden unter anderem die Preise für Treibstoff weiter steigen. Auch die immer stärker werdenden Diskussionen um den Klimawandel und die CO₂-Emissionen spielen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung alternativer Antriebsarten.

Das größte Problem beim Elektroantrieb ist die Energiequelle bzw. die Speicherung der Energie. Der elektrische Strom, der den Elektromotor antreibt, muss im Fahrzeug gespeichert werden, um bei Bedarf abgerufen werden zu können. Die Batterien, die bei aktuellen Elektrofahrzeugen verwendet werden, sind so genannte Nickel-Metallhydrid-Batterien.



Abb. 17: smart fortwo electric drive im Polizeieinsatz in London ⁸²

⁸² smart fortwo electric drive im Polizeieinsatz in London,
http://www.daimler.com/Projects/c2c/channel/images/653830_1172450_425_272_smart_ed_800.jpg - Aufruf 29.06.2009

Diese Batterien weisen einen entscheidenden Nachteil im Gegensatz zu den neu entwickelten Lithium-Ionen-Batterien auf – die Lebensdauer ist viel geringer und es kann nicht so viel Energie gespeichert werden. Aber selbst die Lithium-Ionen-Batterie kann nicht die Energiemengen speichern um mit der Reichweite eines Verbrennungsmotors mithalten zu können.

Die Daimler AG hat mit seiner Marke smart in London bereits einen größeren Flottenversuch im Alltag unternommen. Bereits im Jahr 2007 wurden 100 smart fortwo electric drive Fahrzeuge, welche noch mit den Nickel-Metallhydrid-Batterien ausgestattet waren, in einem Pilotprojekt dem Praxistest unterzogen. Dabei handelt es sich um ein Leasinggeschäft. Flottenkunden, wie zum Beispiel die Londoner Polizei und weitere größere Unternehmen, zahlen monatlich eine Leasingrate für eine Laufzeit von zwei Jahren und geben das Fahrzeug nach Ablauf dieser wieder an die Daimler AG zurück. Aufgrund der hohen Laufleistung der Flottenkunden können aus diesem Flottenversuch gewonnene Erkenntnisse direkt in die Entwicklung einfließen.

Nennleistung	30 kW / 41 PS
Beschleunigung 0 – 60 km/h	6,5 Sekunden
Höchstgeschwindigkeit	ca. 100 km/h
Reichweite	ca. 115 km
Verbrauch	12 kWh/100 km
CO ₂ -Emission	0 g/km
Gewicht	ca. 854 kg
Ladezyklus	> 1.000

Tabelle 5: technische Daten smart fortwo electric drive – London 2007 ⁸³

⁸³ Vgl. Daimler AG Communications: Electric Drive. Der Start ins Zeitalter der Elektromobilität, Stuttgart, 2008, Seite 17

Im Jahr 2008 startete ein ähnliches Projekt unter dem Titel „e-mobility Berlin“, mit ebenfalls 100 smart fortwo electric drive Fahrzeugen, jedoch nun mit der neuen Lithium-Ionen-Batterien-Generation. Diese Generation von Batterien wurde in Zusammenarbeit mit dem kalifornischen Elektroautomobilproduzenten Tesla gebaut. Gemeinsam mit dem Energieversorger RWE wurde dieses Projekt in die Tat umgesetzt. Dabei hat RWE den Aufbau und den Betrieb für die Ladeinfrastruktur mit rund 500 Ladestationen installiert.⁸⁴



Abb. 18: smart fortwo electric drive bei „e-mobility Berlin“⁸⁵

Alle Fahrzeuge, die bei den beiden Pilotprojekten eingesetzt werden, sind natürlich von der Großserienproduktion noch weit entfernt. Die Serienproduktion, welche auch für den privaten Kunden verfügbar sein wird, startet für den smart fortwo electric drive nicht vor dem Jahr 2012. Die Preise werden nach heutigem Stand bei rund € 25.000,- angesiedelt sein.⁸⁶ Aufgrund der immens hohen Entwicklungskosten kann dieser Preis noch nicht festgelegt werden. Fest steht aber, dass bei höherer Produktion von Elektrofahrzeugen ebenso die Stückpreise sinken werden. Aktuell kann man aber tatsächlich bereits Elektroautos kaufen, wie zum Beispiel den Tesla Roadster, welcher zum Preis von € 99.000 exklusive Steuern angeboten wird.⁸⁷

⁸⁴ Vgl. Daimler AG Communications: Electric Drive. Der Start ins Zeitalter der Elektromobilität, Stuttgart, 2008, Seite 11

⁸⁵ smart fortwo electric drive bei „e-mobility Berlin“, <http://media.daimler.com/dcmedia/home/d> - Aufruf 30.06.2009

⁸⁶ Vgl. Auto-Motor-Sport, Alle Wege führen nach Strom, Heft 8/2009 vom 26.03.2009, Seite 77

⁸⁷ Vgl. Erste Tesla Roadster werden ausgeliefert. <http://futurezone.orf.at/stories/275305/> - Aufruf 12.07.2009

Abgesehen von den hohen Anschaffungskosten eines Elektroautos muss man sich beim Kauf auch Gedanken über die anfallenden Energiekosten machen. Die Elektrofahrzeuge bei der normalen, hauseigenen Steckdose anzustecken, wird sicherlich nicht möglich sein. Um die, im Gegensatz zu Verbrennungsmotoren, geringe Reichweite kompensieren zu können, muss eine flächendeckende Infrastruktur an Stromtankstellen aufgebaut werden. Mit der normalen Haushaltssteckdose würde die Ladezeit mehrere Stunden betragen, und das ist nicht alltagstauglich.

Der Aufbau eines engen Stromtankstellennetzes wird viele Jahre dauern und erst danach kann die gewünschte Mobilität gewährleistet werden. Mit der Ausweitung der Infrastruktur allein ist es noch nicht getan. Die großen Energieversorger machen sich schon Gedanken wie das Tanken von Strom in Zukunft verrechnet werden soll. Falls es möglich sein sollte, zu Hause eine Ladestation zu installieren, muss dafür auch ein eigener Zähler installiert werden, um die Ladekosten abrechnen zu können. Der Ladestrom für Elektrofahrzeuge wird aus heutiger Sicht mit großer Wahrscheinlichkeit auch denselben Preis haben, wie der normale Haushaltsstrom.

Für Auslandsreisen könnte man sich die Mobilfunknetzbetreiber als Beispiel nehmen. Wenn man im Ausland telefoniert, fallen so genannte Roaming-Gebühren an. Diese beinhalten extra Kosten, weil man sich nicht innerhalb seines Heimatnetzes bewegt. Diese Lösung wäre auch für Energieversorger vorstellbar.

Da das Reichweitenproblem wesentlich entscheidend für den Durchbruch des Elektroantriebs ist, haben Ingenieure im Gegensatz zum Hybridantrieb die umgekehrte Variante sich zu Nutze gemacht. Bekanntlich unterstützt beim Hybrid ein Elektromotor den Verbrennungsmotor. Um die Reichweite von Elektrofahrzeugen zu erhöhen sollte ein kleiner Verbrennungsmotor, ein so genannter Range Extender, sicherstellen, dass man die Fahrt sicher bis zur nächsten Stromtankstelle fortführen kann.

Ob das Elektroauto zur Lösung des CO₂-Problems, und damit verbunden des Klimawandels, beiträgt, wird entscheidend von der Erzeugung der Energie abhängen. Wenn die zukünftige Energie aus regenerativen Quellen, also Wasser-, Wind- oder Sonnenenergie, gewonnen werden kann, dann ist das im Einklang mit der Natur vereinbar. Falls jedoch zusätzliche Kohlekraftwerke zur Energiegewinnung gebaut werden, dann könnte die Energiegewinnung für die Elektroautos sogar die Umwelt stärker belasten, als es aktuell die Verbrennungsmotoren schon tun. Die Entwicklung wird klar in Richtung regenerative Energiequellen gehen, weil diese auf lange Sicht viel besser für die Natur sind. Die Atomkraft wird wahrscheinlich wieder mehr ins Zentrum des Interesses rücken, weil die Erzeugung von Energie mittels Atomkraft, bis auf die Lagerung der Abfälle und Brennstäbe, weitestgehend positiv gesehen werden kann. Um kurzfristig die weiter steigende Energienachfrage befriedigen zu können, werden auch weitere Kohlekraftwerke nötig sein, auch wenn diese die Umwelt weiter belasten. Zusammenfassend kann man sagen, dass der Elektroantrieb, mit oder ohne Range Extender, mit großer Wahrscheinlichkeit eine hervorragende Alternative zu den Verbrennungsmotoren darstellt. Die Probleme die es zu lösen gilt sind die Reichweite, die Speicherung des elektrischen Stroms im Fahrzeug und vor allem auch die Erzeugung der Energie aus regenerativen Quellen.



Abb. 19: Bild CO₂⁸⁸

⁸⁸ Bild CO₂, <http://www.auto-motor-und-sport.de/umwelt-608267.html> - Aufruf 03.07.2009

2.3.3. Brennstoffzellenantrieb

Die zweite alternative Antriebsart, die von der Daimler AG verfolgt wird, ist der Brennstoffzellenantrieb.⁸⁹ Seit vielen Jahren wird die Markteinführung der Brennstoffzelle schon verschoben, weil immer wieder neue Probleme und Fragen auftauchen. Aus aktueller Sicht kann eine Markteinführung noch nicht näher genannt werden. Bei Fahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb wird Wasserstoff als Treibstoff genutzt. Der Wasserstoff reagiert mit Sauerstoff und dabei wird elektrische Energie freigesetzt, welche einen Elektromotor antreibt. Somit wird die Elektrizität beim Brennstoffzellenantrieb im Fahrzeug erzeugt, was einen entscheidenden Vorteil gegenüber dem Elektrofahrzeug bedeutet.

Aktuell soll die Reichweite von Brennstoffzellenfahrzeugen bereits bei der heutigen Benziner sein. Für den Brennstoffzellenantrieb wären viel weniger Wasserstofftankstellen notwendig als für Elektrofahrzeuge Stromtankstellen. Bereits im Jahr 1984 wurde in Deutschland die erste Wasserstofftankstelle in Betrieb genommen und aktuell sind es lediglich 21.⁹⁰ Am 17. Juni 2009 wurde die erste öffentliche Wasserstofftankstelle von Baden-Württemberg am Flughafen Stuttgart eröffnet.⁹¹



Abb. 20: Tankpistole für Wasserstoffbetankung einer B-Klasse F-CELL⁹²

⁸⁹ Vgl. zusätzliche Informationen unter www.mercedes-benz.tv – Aufruf 12.07.2009

⁹⁰ Wasserstoff und Brennstoffzelle, <http://www.auto-motor-und-sport.de/eco/alternative-antriebe-wasserstoff-und-brennstoffzelle-938073.html> – Aufruf 03.07.2009

⁹¹ Vgl. OMV eröffnet erste öffentliche Wasserstoff-Tankstelle Baden-Württembergs, Presseaus-sendung Daimler AG vom 17.06.2009, <http://media.daimler.com/dcmedia/home/d> – Aufruf 12.07.2009

⁹² Tankpistole für Wasserstoffbetankung einer B-Klasse F-CELL, <http://media.daimler.com/dcmedia/home/d> – Aufruf 03.07.2009

Ein weiterer entscheidender Vorteil ist, dass das Betanken mit Wasserstoff mit einem Druck von etwa 350 bar durchgeführt wird, womit bereits heutige Tankzeiten erzielt werden können. Das Ziel der Entwickler ist eine Betankung mit bis zu 700 bar Druck, um eine Tankzeit zwischen drei und vier Minuten zu ermöglichen.

Aber auch der Brennstoffzellenantrieb weist nicht nur Vorteile auf. Der wesentliche Nachteil der Brennstoffzelle ist, dass Wasserstoff zum heutigen Stand der Technik nicht CO₂-neutral hergestellt werden kann. Wie auch schon beim Elektroantrieb, muss auch der Wasserstoff mit zusätzlich hohem Energieaufwand produziert werden. Ebenso ist die Lagerung des Wasserstoffs risikoreich und sehr teuer.

Aus diesen Gründen wird sich der Brennstoffzellenantrieb wahrscheinlich sehr schwer tun, um sich gegen den Elektroantrieb am Markt zu etablieren. Der Kaufpreis für ein Fahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb kann aktuell noch nicht näher genannt werden. Derzeit würde der Wert eines Fahrzeuges mehrere hunderttausend (!) Euro betragen, weil wie auch schon bei den Elektrofahrzeugen die Produktion noch zu gering ist.

B-Klasse F-CELL

Für Brennstoffzellenfahrzeuge laufen derzeit keine eigenen Projekte wie für Elektrofahrzeuge zum Beispiel in Berlin. Somit musste die Daimler AG ihr eigenes Projekt im Death Valley, in den USA, durchführen. Im Death Valley können Temperaturen von bis zu 50 Grad Celsius auftreten und daher ist diese Region ideal für diese Testzwecke. Die Brennstoffzelle funktioniert laut neuesten Erkenntnissen der Mercedes-Benz Forschungsabteilung am besten im Bereich von minus 15 bis plus 40 Grad Celsius.⁹³ Daher muss für die Kühlung der Fahrzeuge im Death Valley, oder für Erwärmung im europäischen Winter, extra Energie aufgebracht werden, welche dann wiederum für den Antrieb des Fahrzeuges fehlt.

⁹³ Vgl. Brennstoffzellen-Erprobung im Death-Valley, <http://www.auto-motor-und-sport.de/fahrberichte/mercedes-b-klasse-brennstoffzellen-erprobung-im-death-valley-953061.html> - Aufruf 03.07.2009



Abb. 21: Querschnitt einer B-Klasse F-CELL ⁹⁴

F-CELL Roadster ⁹⁵

Vor kurzem haben einige Auszubildende der Daimler AG in einem berufsgruppenübergreifenden Projekt im Mercedes-Benz Stammwerk in Sindelfingen einen Roadster mit Brennstoffzellenantrieb gebaut. Der Roadster verbindet perfekt die aktuelle Technik für den zukünftigen Automobilbau und leitet das Design perfekt aus der Tradition ab. Das Design wurde in Anlehnung an den Benz Patent-Motorwagen gewählt. Der F-CELL Roadster wird nicht mit einem Lenkrad sondern per Joystick gesteuert und der Brennstoffzellenantrieb befindet sich im Heck des Fahrzeuges. Dieser Roadster erreicht eine Höchstgeschwindigkeit von 25 Kilometern in der Stunde und hat eine Reichweite von 350 Kilometer. Mit diesem Fahrzeug konnten die knapp 150 Auszubildenden zeigen was sie bereits gelernt haben und weiter aufzeigen in welche Richtung die Entwicklung geht.

⁹⁴ Querschnitt einer B-Klasse F-CELL, <http://media.daimler.com/dcmedia/home/d> - Aufruf 03.07.2009

⁹⁵ Vgl. F-CELL Roadster – Auszubildende bauen Zukunftsauto, Presseaussendung Daimler AG vom 25.03.2009, <http://media.daimler.com/dcmedia/home/d> - Aufruf 12.07.2009

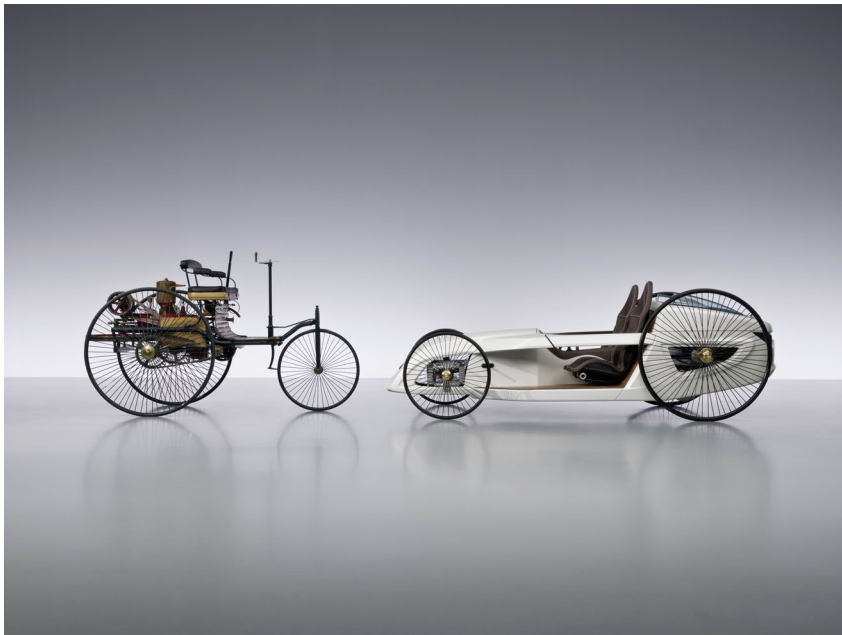


Abb. 22: Benz Patent-Motorwagen und F-CELL Roadster ⁹⁶

Der Brennstoffzellenantrieb hat es aus aktueller Sicht wahrscheinlich etwas schwerer sich auf dem Markt positionieren zu können als der Elektroantrieb. Die Lagerung und die Erzeugung des Wasserstoffs sind zu risikoreich und kostenintensiv um mit dem aktuellen Stand der Technik eine breite Masse mit Brennstoffzellenfahrzeugen mobil halten zu können.

⁹⁶ Benz Patent-Motorwagen und F-CELL Roadster, <http://media.daimler.com/dcmedia/home/d> - Aufruf 25.03.2009

3. Abschließende Betrachtung

3.1. Ergebnis

Die Entwicklung der Treibstoffpreise zeigt nach oben. Höhere Treibstoffpreise erhöhen die ökonomischen Kundenbedürfnisse nach verbrauchsgünstigeren Verbrennungsmotoren und der in Medien präsente Klimawandel zeigt ebenfalls den ökologischen Aspekt geringerer Emissionen auf. Es wäre ethisch nicht vertretbar, wenn ein großer Automobilkonzern wie die Daimler AG nicht auch auf ökonomische Daten achten würde.

In den aktuell schwierigen wirtschaftlichen Zeiten sind Investitionen in die Zukunft von immenser Bedeutung. Die Daimler AG ist mit der Entwicklung alternativer Antriebskonzepte in Richtung Elektroantrieb und Brennstoffzellenantrieb aktuell sehr gut gewappnet. Mittelfristig müssen die bereits bestehenden Verbrennungsmotoren verbessert werden, um die Mobilität nachhaltig zu sichern.

Im ersten Kapitel wurden die Treiber, welche in der Automobilbranche wesentlichen Anteil am Erfolg haben, beschrieben. Dabei wurde klar, dass Faktoren wie der laufende Wettbewerb, die Umwelt auch mit den Richtlinien zum Umweltschutz, Kundenbedürfnisse, ethische Gründe, Regulierungen seitens der Behörden und vor allem auch die noch vorhandenen Ressourcen wesentlich Einfluss auf die derzeitige Entwicklung in der Automobilbranche nehmen.

Aufgrund der großen Vielzahl an technischen Errungenschaften und fortschrittlichen Entwicklungen, die in der Vergangenheit von der Daimler AG auf den Markt gebracht wurden, beschäftigte sich die Arbeit im Anschluss mit den wichtigsten Forschungsfahrzeugen von Mercedes-Benz, die als Wegbereiter zur Weiterentwicklung bestehender Antriebsarten bzw. zur Neuentwicklung alternativer Antriebsarten entwickelt wurden. Eine genaue Beschreibung der Forschungsfahrzeuge befindet sich im Anhang.

Der darauf folgende Punkt gab einen Überblick über die bekannten Antriebsarten, jene mit Benzin- bzw. Ottomotor und Dieselmotor. Aufgrund der nachweislich steigenden Treibstoffpreisentwicklung wird die Effizienzsteigerung der Verbrennungsmotoren entscheidend für die nächsten Jahre und Jahrzehnte sein. Der Erdgasantrieb und die Hybridvarianten wurden danach analysiert. Diese beiden Varianten stellen ebenfalls eine klare Effizienzsteigerung aktueller Verbrennungsmotoren dar.

Des Weiteren konnte ein kleiner Überblick über den aktuellen Wettbewerb gegeben werden und dabei wurden die Maßnahmen zur Verbrauchsreduzierung, welche unter den Begriffen BlueEFFICIENCY und EfficientDynamics bekannt sind, vorgestellt.

Der darauf folgende Teil stellte das wichtigste Kapitel der Arbeit dar. In diesem Kapitel wurde der Elektroantrieb und der Brennstoffzellenantrieb vorgestellt. Der Elektroantrieb stellt eine sinnvolle Alternative zu den heutigen Verbrennungsmotoren dar. Jedoch ist die noch zu geringe Reichweite aufgrund der noch zu geringen Speicherkapazitäten der Batterien noch nicht reif für den Alltagsbetrieb. Die bisherigen Metall-Nickelhybrid-Batterien werden von der Lithium-Ionen-Batterie abgelöst, aber diese kann ebenso nicht ausreichend Speicherkapazität aufweisen und auch die Lebensdauer ist zu gering. Zusätzlich muss noch eine Infrastruktur mit Stromtankstellen aufgebaut werden. Woraus der steigende Energiebedarf für den Elektroantrieb produziert wird ist noch nicht geklärt. Es gibt zwar Überlegungen die steigende Energie aus erneuerbaren Quellen zu beziehen, aber auch hier mangelt es noch an der Umsetzung in die Praxis. Der Elektroantrieb ist für den urbanen Bereich sicherlich die bessere Alternative, weil der Bedarf an Stromtankstellen im städtischen Gebiet besser gegeben sein wird. Der Brennstoffzellenantrieb wird dagegen eher im ländlichen Gebiet zum Einsatz kommen. Der Brennstoffzellenantrieb wäre, was die Umweltverträglichkeit betrifft, die richtige Lösung für die Mobilität von morgen. Die Wasserstoffgewinnung und vor allem auch die Lagerung sind jedoch sehr energieaufwändig und somit leider ebenso noch weit weg von der Alltagstauglichkeit.

Beide Antriebskonzepte, sowohl Elektroantrieb als auch der Brennstoffzellenantrieb, sind derzeit auch noch zu kostenintensiv, um eine breite Masse von Menschen damit beliefern zu können. Für Elektrofahrzeuge zu einem Preis von € 100.000 und mehr und beim Brennstoffzellenantrieb zu einem Preis von mehreren hunderttausend Euro ist der Kundenkreis auch massiv eingeschränkt. Sobald eine größere Anzahl produziert werden kann wird sich der Preis für diese Fahrzeuge entsprechend minimieren um eine breitere Masse von Kunden anzusprechen.

Aus heutiger Sicht, und auch mittelfristig gesehen, werden in den nächsten Jahren und Jahrzehnten weiterhin die Verbrennungsmotoren den Markt beherrschen. Dabei werden diese immer effizienter, vor allem in punkto Verbrauch und CO₂-Emissionen. Dazu tragen beispielsweise folgende Punkte bei: Downsizing, Start-Stopp-Automatik, Hybridisierung, Bremsenergieerückgewinnung und weitere Effizienzsteigerungsmaßnahmen. Mercedes-Benz ist weiters mit der Entwicklung des DIESOTTO-Motors auf dem richtigen Weg um Verbrennungsmotoren weiter effizienter zu machen.

Zum selben Ansatz kommen auch folgende Aussagen:

„Um auf relevante Akku-Kapazitäten zu kommen, bedarf es erst einer größeren Anzahl von Fahrzeugen – und genau hier hapert es: Denn obwohl die Entwicklungen und Pilotprojekte den Eindruck vermitteln, das Elektroauto käme demnächst flächendeckend zum Einsatz, werden Diesel und Benzinern noch Jahrzehnte die dominierenden Antriebsquellen sein. Das Nadelöhr bildet nämlich nicht die Lade-Infrastruktur, sondern die Produktion leistungsstarker Batterien in hoher Stückzahl.“⁹⁷

⁹⁷ Vgl. Auto-Motor-Sport, Seid Netz zueinander, Heft 8/2009 vom 26.03.2009, Seite 86

Dr. Dieter Zetsche, Vorstandsvorsitzender der Daimler AG, sagte zu diesem Thema bei der Hauptversammlung in Berlin am 08.04.2009:

„Trotzdem will ich vor falschen Erwartungen ausdrücklich warnen: Noch sprechen wir bei der Produktion vollelektrischer Fahrzeuge in allen Fällen von Kleinserien. Emissionsfreies Fahren in großen Stückzahlen und zu bezahlbaren Preisen wird nicht über Nacht Realität werden. Umso wichtiger bleibt es, den Verbrennungsmotor weiter zu optimieren. Eine Hürde beim emissionsfreien Fahren ist die noch fehlende Infrastruktur: Ohne Stromtankstellen und Wasserstoff-Zapfsäulen werden sich weder das batteriebetriebene Fahren noch die Brennstoffzelle durchsetzen. Der Aufbau eines flächendeckenden Netzes von rund 1.000 Wasserstoff-Tankstellen in Deutschland würde eine Startinvestition von schätzungsweise 1,7 Milliarden Euro erfordern. Das liegt nicht im Bereich des Unmöglichen – aber es ist eben doch eine Summe, die nicht von einem Akteur allein gestemmt werden kann.“

3.2. Maßnahmen

Die erfolgreiche Einführung sowie der Termin der Markteinführung des Elektroantriebs oder des Brennstoffzellenantriebs kann aus heutiger Sicht noch nicht festgemacht werden. Mit Sicherheit kann man nur sagen, dass ohne die weitere Entwicklung alternativer Antriebsarten die Mobilität langfristig nicht sichergestellt werden kann.

Die Treibstoffpreise werden stetig ansteigen, weil die Erdölreserven irgendwann zur Neige gehen werden. Daher müssen die Verbrennungsmotoren weiter entwickelt und effizienter werden.

Die Daimler AG hat bereits vor Jahren die richtigen Maßnahmen getroffen und frühzeitig erkannt, dass alternative Antriebskonzepte entwickelt werden müssen. Die Entwicklung des Elektroantriebes und Brennstoffzellenantriebes muss weiter forciert werden, auch wenn aktuell schwierige wirtschaftliche Rahmenbedingungen herrschen. Aufgrund der aktuellen wirtschaftlichen Situation können nicht alle Automobilhersteller selbstständig entwickeln. Es wäre durchaus sinnvoll, wenn mehrere Hersteller zusammen an der Entwicklung in dieselbe Richtung arbeiten würden.

3.3. Konsequenzen

Die Automobilhersteller müssen langfristig gesehen alternative Antriebsarten anbieten können. Die Umsetzung einzelner Hersteller kann dabei stark variieren. Viele Hersteller entwickeln selbstständig an alternativen Antrieben und manche werden sich an der Entwicklung eher nicht beteiligen, sondern, um alternative Antriebe anbieten zu können, das Know-How anderer Hersteller zukaufen. Die Konsequenz beider Wege hat zur Folge, dass die Mobilität nach dem „Erdölzeitalter“ weiter gesichert ist und das muss das erklärte Ziel aller sein. Die Daimler AG stellt sich als Erfinder des Automobils auch die Zukunft des Automobils zu gestalten und daher werden alternative Antriebsarten entwickelt.

Somit schließt sich der Kreis wieder beim Motto der Daimler AG zum Thema „Der Weg zu nachhaltigen Mobilität“:

***Wir haben das Automobil erfunden –
und gestalten mit Leidenschaft seine Zukunft.***

„Als Pioniere des Automobilbaus ist es unser Anspruch, die Mobilität der Zukunft mit innovativen Technologien sicher und nachhaltig zu gestalten.“⁹⁸

⁹⁸ Vgl. Einführung Seite 1

Literaturverzeichnis

Bücher und Monographien:

Gscheidle, Rolf

Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik, 28. Auflage, FS Fachbuch, Winnenden, Stuttgart, 2008

Petermann, Jürgen

Sichere Energie im 21. Jahrhundert, 3. Auflage, Hoffmann und Campe, Hamburg, 2008

Internetquellen:

auto.at

Treibstoffpreise im Jahresvergleich,

<http://www.auto.at/contator/auto/news.asp?nnr=35434>

(aufgerufen am 13. Juli 2009)

auto-motor.at

Mercedes-Benz erster Hersteller mit Dieselpartikelfilter serienmäßig,

[http://www.auto-motor.at/Auto/Autos-Neuwagen/Automarken-Automodelle-](http://www.auto-motor.at/Auto/Autos-Neuwagen/Automarken-Automodelle-Neuigkeiten/Mercedes-News/Mercedes-Diesel-Partikelfilter.html)

[Neuigkeiten/Mercedes-News/Mercedes-Diesel-Partikelfilter.html](http://www.auto-motor.at/Auto/Autos-Neuwagen/Automarken-Automodelle-Neuigkeiten/Mercedes-News/Mercedes-Diesel-Partikelfilter.html)

(aufgerufen am 12. Juli 2009)

auto-motor-und-sport.de

Bild CO₂

<http://www.auto-motor-und-sport.de/umwelt-608267.html>

(aufgerufen am 03. Juli 2009)

auto-motor-und-sport.de

Brennstoffzellenerprobung im Death Valley,

<http://www.auto-motor-und-sport.de/fahrberichte/mercedes-b-klasse-brennstoffzellen-erprobung-im-death-valley-953061.html>

(aufgerufen am 03. Juli 2009)

auto-motor-und-sport.de

Wasserstoff und Brennstoffzelle,

<http://www.auto-motor-und-sport.de/eco/alternative-antriebe-wasserstoff-und-brennstoffzelle-938073.html>

(aufgerufen am 03. Juli 2009)

autoverbrauch.at

CO₂-Emissionen,

www.autoverbrauch.at

(aufgerufen 13. Juli 2009)

BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Regionale Verteilung des Gesamtpotenzials an konventionellem Erdöl,

http://www.bgr.bund.de/cln_101/nn_331182/DE/Themen/Energie/Bilder/Kurzstudie2007/Ene__Erdoel__gesamtpot__2007__g.html

(aufgerufen am 6. Mai 2009)

BMW

EfficientDynamics,

http://www.bmw.at/at/de/insights/technology/efficient_dynamics/phase_2/introduction.html

(aufgerufen am 23. Juni 2009)

Bundesministerium für Finanzen

Normverbrauchsabgabe,

https://www.bmf.gv.at/Steuern/Brgerinformation/AutoundSteuern/NormverbrauchsabgabeNOVA/_start.htm

(aufgerufen am 6. Mai 2009)

Bundesministerium für Wirtschaft und Forschung

Treibstoffpreise: Eurosuper 11,61 Cent und Diesel um 3,59 Cent pro Liter billiger als im EU-Schnitt,

http://www.bmwfj.gv.at/BMWA/Presse/Aktuelle+Meldungen/20090703_02.htm

(aufgerufen am 13. Juli 2009)

Daimler AG Media Site

diverse Bilder,

<http://media.daimler.com/dcmedia/home/d>

(aufgerufen Juni und Juli 2009)

erdgasautos.at

Erdgastankstellennetz in Österreich,

<http://www.erdgasautos.at/tanken/570>

(aufgerufen am 13. Juli 2009)

FOCUS.de

Ethik spielt eine große Rolle beim Autokauf,

http://www.focus.de/auto/news/bremen-ethik-spielt-grosse-rolle-beim-autokauf_aid_402681.html

(aufgerufen am 13. Juli 2009)

Holbein Gymnasium

Animierte Grafik und Bilder zu Takte eines Ottomotors,

<http://schule.a-city.de/holbein-gymnasium/projekt9/ottom.htm>

(aufgerufen am 12. Juli 2009)

Initiative für eine menschenfreundliche Mobilität

Schweizer Volksinitiative für Importverbot von SUV's,

<http://menschenfreundlicher.ch/stoppoffroader/>

(aufgerufen am 6. Mai 2009)

Klima- und Entwicklungsfonds

4,7 Millionen Euro für Elektromobilität in Österreichs erster Modellregion,

<http://www.klimafonds.gv.at/home/aktuelles/details/browse/2/article/47-millionen-euro-fuer-elektromobilitaet-in-oesterreichs-erster-modellregion/89.html>

(aufgerufen am 6. Mai 2009)

Lexus

www.lexus.at

(aufgerufen am 23. Juni 2009)

Mercedes-Benz Tech Center

Informationen zu Innovationen und BlueEFFICIENCY,

[http://www2.mercedes-](http://www2.mercedes-benz.at/content/austria/mpc/mpc_austria_website/de/home_mpc/passengercars/home/passenger_cars_world/innovation/techcenter.html)

[benz.at/content/austria/mpc/mpc_austria_website/de/home_mpc/passengercars/home/passenger_cars_world/innovation/techcenter.html](http://www2.mercedes-benz.at/content/austria/mpc/mpc_austria_website/de/home_mpc/passengercars/home/passenger_cars_world/innovation/techcenter.html)

(aufgerufen am 23. Juni 2009)

Mercedes-Benz TV

Informationen zur B-Klasse F-CELL,

www.mercedes-benz.tv

(aufgerufen am 12. Juli 2009)

ÖAMTC

Günstigster Erdgaspreis in Österreich,

[http://www.oeamtc.at/sprit/?state=&fuelType=9&daysLimit=-](http://www.oeamtc.at/sprit/?state=&fuelType=9&daysLimit=-1&ZIP=&spritaction=doSimpleSearch&search=Anzeigen)

[1&ZIP=&spritaction=doSimpleSearch&search=Anzeigen](http://www.oeamtc.at/sprit/?state=&fuelType=9&daysLimit=-1&ZIP=&spritaction=doSimpleSearch&search=Anzeigen)

(aufgerufen am 13. Juli 2009)

OPEC

Organisation erdölexportierender Länder,
<http://www.wien-vienna.at/behoerden.php?ID=1285>
(aufgerufen am 12. Juli 2009)

Opel

Reservetank bei Opel Zafira,
<http://www.opel.at/page.asp?id=2009022523001703IM7>
(aufgerufen am 13. Juli 2009)

ORF Salzburg

Treibstoffpreise am 29.06.2009,
<http://salzburg.orf.at/stories/371712/>
(aufgerufen am 30. Juni 2009)

ORF Futurzone

Erste Tesla Roadster werden ausgeliefert,
<http://futurezone.orf.at/stories/275305/>
(aufgerufen am 12. Juli 2009)

Universität München

Vergleich Otto- und Dieselmotor,
http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph09/umwelt_technik/08vergleich_o_d/vergleich_o_d.htm
(aufgerufen am 12. Juli 2009)

Volkswagen

Reservetank bei VW Touran EcoFuel,
http://www.volkswagen.at/modelle/touran/highlights/touran_tsi_ecofuel
(aufgerufen am 13. Juli 2009)

Wikipedia

Dieselfußpartikelfilter,

<http://de.wikipedia.org/wiki/Dieselfu%C3%9Fpartikelfilter>

(aufgerufen am 28. Juni 2009)

Wikipedia

Geschichte des Dieselmotors,

<http://de.wikipedia.org/wiki/Dieselmotor#Geschichte>

(aufgerufen am 28. Juni 2009)

Wikipedia

Ottomotor,

<http://de.wikipedia.org/wiki/Ottomotor>

(aufgerufen 28. Mai 2009)

Wikipedia

Toyota Prius,

http://de.wikipedia.org/wiki/Toyota_Prius

(aufgerufen am 23. Juni 2009)

Beiträge in Zeitschriften und Zeitungen:

Auto-Motor-und-Sport

Alle Wege führen nach Strom, Heft 8/2009, 26. März 2009

Auto-Motor-und-Sport

Seid Netz zueinander, Heft 8/2009, 26. März 2009

Wirtschaftsblatt

Der Eisberg im Öl-See ist endlich zu sehen, 2. April 2009

Sonstige Quellen:

Daimler AG Communications

Der Weg zur nachhaltigen Mobilität, Stuttgart, 2008

Daimler AG Communications

Electric Drive, der Start ins Zeitalter der Elektromobilität, Stuttgart, 2008

Daimler AG Communications

Innovationen für Nachhaltigkeit, Stuttgart, 2008

Daimler AG Communications

Umweltleitlinien, Stuttgart, 2008

persönliche Gespräche mit Herrn Mag. Pixner Peter

laufend während 1. Halbjahr 2009

persönliche Gespräche mit Frau Mag. Brandau Elisabeth (ÖAMTC)

(geführt am 12. Mai 2009)

Forschungsfahrzeuge

Das bekannteste Zeichen der Automobilbranche und vielleicht sogar aller Marken der Welt – der Stern von Mercedes-Benz. Gottlieb Daimler zeichnete einst einen Stern auf eine Postkarte mit der Hoffnung, dass eines Tages ein Stern über dem Stammwerk in Sindelfingen bei Stuttgart aufgehen möge. Heute steht der Stern für die Markenwerte und symbolisch für die Qualität der Produkte von Mercedes-Benz. ¹ Mercedes-Benz ist die einzige Automobilmarke in den Top Ten der 100 wertvollsten Marken der Welt. ²



Abb. 1: Die Entwicklung des Sterns ³

In der Geschichte von Mercedes-Benz, und somit der Daimler AG, gab es viele bahnbrechende Erfindungen, wie zum Beispiel das erste Fahrzeug mit serienmäßigem Airbag, die Erfindung des Antiblockiersystems, kurz ABS, die Erfindung der Sicherheitsfahrgastzelle und noch viele mehr. Viele wichtige Persönlichkeiten haben die Geschichte der Daimler AG geprägt.

¹ Vgl. Mercedes-Benz Branding Matters, Glanzlichter, Stuttgart, 2005, Seite 3

² Vgl. Mercedes-Benz Branding Matters, Glanzlichter, Stuttgart, 2005, Seite 39

³ Die Entwicklung des Sterns von Mercedes-Benz, http://www2.mercedes-benz.at/content/austria/mpc/mpc_austria_website/de/home_mpc/passengercars/home/passenger_cars_world/heritage/history/brand_company/the_star.html - Aufruf 28.06.2009

Gottlieb Daimler ließ den ersten schnelllaufenden Verbrennungsmotor patentieren. **Wilhelm Maybach** wird als der „König der Konstrukteure“ bezeichnet. Er entwarf im Jahre 1900 den Bienenwabenkühler, welcher damals immens wichtig war, um die Motorleistung zu erhöhen. **Karl Benz** wird als „Vater des Automobils“ bezeichnet. Er präsentierte der Welt 1886 das erste Automobil. Im Jänner 1886 erhielt Karl Benz die Patentschrift Nummer 37435 für ein Dreirad. Dieses Patent gilt heute als Geburtsurkunde des Automobils.



Abb. 2: Benz Patent-Motorwagen ⁴

Nicht zuletzt möchte der Verfasser noch **Béla Barényi** anführen. Auf den Österreicher in Diensten des Sterns sind über 2.500 Erfindungen und Patente zurück zu führen. Die bedeutendste Erfindung aus heutiger Sicht ist wohl die Sicherheitsfahrgastzelle, welche seit ihrer Einführung viele Menschenleben retten konnte.

⁴ Benz Patent-Motorwagen aus 1886 - http://www2.mercedes-benz.at/content/austria/mpc/mpc_austria_website/de/home_mpc/passengercars/home/passenger_cars_world/heritage/history/passenger_cars/1886-1900.html - Aufruf 28.06.2009

Die Geschichte von Mercedes-Benz hat aufgrund der vielen Erfindungen und Innovationen viele Forschungsfahrzeuge hervorgebracht. Forschungsfahrzeuge werden bei der Daimler AG in folgende Gruppen untergliedert: ⁵

- **Technologieträger** – dabei handelt es sich um Serienfahrzeuge, die mit neuer Technologie zwecks Erprobung ausgerüstet sind. So setzt die Forschungsabteilung der Daimler AG mehrere modifizierte A-Klasse-, B-Klasse- und smart-Fahrzeuge ein, um alternative Antriebskonzepte zu erproben.
- **Erprobungsfahrzeuge** dienen dazu, neue Technologien aus dem Forschungslabor hinaus auf die Teststrecke zu bringen, um sie in der Fahrpraxis zu erproben.
- **Fahrzeugstudien** sind Machbarkeitsstudien, die absolute Innovationen in Form eines kompletten Autos zeigen. Meist sind diese nicht straßentauglich.
- **Konzeptfahrzeuge** sind bei der Daimler AG fahrbereite Fahrzeugstudien. Sie positionieren einen zukünftigen Fahrzeugtyp am Markt. Konzeptfahrzeuge sind mit neuartiger Technik ausgestattet, die bereits in Serienfahrzeugen zum Einsatz kommen sollen.

Nachfolgend möchte der Verfasser einen Überblick über einige der wichtigsten Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz geben. Man könnte sagen die Enkel des Benz Patent-Motorwagen aus 1886.

⁵ Vgl. Daimler AG Communications. Die Zukunft des Originals. Die Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz. Seite 8

Mercedes-Benz C 111, 1969 ⁶

Im September 1969 wurde auf der Internationalen Automobilausstellung in Frankfurt am Main der C 111 präsentiert. Die Karosserie bestand aus glasfaser-verstärktem Kunststoff, die erprobte Technik waren ein Dreischeiben-Wankelmotor und eine Kunststoffkarosserie. Jedoch wurde es um den Wankelmotor still, weil die Dieseltechnik immer mehr im Zentrum der Forschung stand.



Abb. 3: Mercedes-Benz C 111 ⁷

Im Juni 1976, April 1978 und Mai 1979 rückte der C 111 wieder ins Rampenlicht der Medien, weil mehrere Weltrekorde auf der Hochgeschwindigkeitsstrecke in Nardo, Süditalien, erzielt werden konnten. Obwohl der C 111 auf sportliche Höchstleistung ausgelegt war, konnten viele Erkenntnisse für die Serienfertigung erzielt werden.

⁶ Vgl. Daimler AG Communications. Die Zukunft des Originals. Die Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz. Seite 14

⁷ Mercedes-Benz C 111, <http://www.carlustblog.com/images/2008/04/29/c111b.jpg> - Aufruf 28.06.2009

Mercedes-Benz Auto 2000, 1978 ⁸



Abb. 4: Mercedes-Benz Auto 2000 ⁹

Gegen Ende der Siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts startete das deutsche Bundesministerium für Forschung und Technologie das Projekt Auto 2000. Das vorrangige Ziel dieses Projektes war die Senkung des Kraftstoffverbrauchs und der Beitrag von Mercedes-Benz war das Auto 2000. Bei diesem Fahrzeug wurden gleich drei verschiedene Motorkonzepte erprobt. Ein Benzinmotor mit automatischer Zylinderabschaltung, ein Dieselmotor mit zwei Turboladern und eine Gasturbine. Weiters wurden im Auto 2000 auch Integralsitze für Fahrer und Beifahrer erprobt, welche alle Gurtbefestigungen am Sitz haben, sowie Kinderrückhaltesysteme im Fond und fußgängerfreundliche Stoßfänger.

⁸ Vgl. Daimler AG Communications. Die Zukunft des Originals. Die Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz. Seite 16

⁹ Mercedes-Benz Auto 2000, http://1.bp.blogspot.com/_lsyt_wQ2awY/SJlphW3_9mI/AAAAAAAAAo4/A_n7wwnwYag/s400/Mercedes-Benz-Auto_2000_Concept_1981_800x600_wallpaper_05.jpg - Aufruf 28.06.2009

Mercedes-Benz NAFA, 1981 ¹⁰



Abb. 5: Mercedes-Benz NAFA ¹¹

Das NAFA, Kurzform für Nahverkehrsfahrzeug, beschäftigte sich mit dem immer stärker werdenden Verkehr in Städten und gilt aufgrund seiner Abmessungen als Urahn des heutigen smart fortwo. Die damit gewonnen Erkenntnisse flossen auch in die Entwicklung der Mercedes-Benz A-Klasse mit ein. Mit einer innovativen Vierradlenkung lässt sich das NAFA auch vorwärts in enge Parklücken einparken. Das Mercedes-Benz NAFA gilt nicht nur als Vorreiter des smart fortwo sondern natürlich auch für den smart fortwo electric drive. Bereits im Jahr 1981 machte man sich konkrete Gedanken wie der Verkehr im urbanen Bereich sich entwickeln wird.

¹⁰ Vgl. Daimler AG Communications. Die Zukunft des Originals. Die Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz. Seite 17

¹¹ Mercedes-Benz NAFA,
http://www.emercedesbenz.com/Images/Nov07/26_Mercedes_Benz_Research_Cars/23_Mercedes_Research_Cars_2/562647_995238_4800_3200_a2004f5666.jpg - Aufruf 28.06.2009

Mercedes-Benz F 100, 1991 ¹²

Mit dem Mercedes-Benz F 100 wurden so viele Ideen und innovative Technik präsentiert wie noch nie zu zuvor. Im F 100 präsentierte Mercedes-Benz ein neuartiges Sitz- und Türenkonzept und Innovationen für die passive und aktive Sicherheit, wie zum Beispiel elektronische Reifendruckkontrolle, Regensensor, Rückfahrkamera, Abstandsregel-Tempomat und noch vieles mehr.

Der Abstandsregel-Tempomat wurde unter dem Titel DISTRONIC zur Serienreife gebracht und unterstützt den Fahrer aktiv durch selbstständiges Abstandhalten zum Vordermann. Die DISTRONIC ist aktuell in der neuen E-Klasse sowie in der S-Klasse und CL-Klasse erhältlich.



Abb. 6: Mercedes-Benz F 100 ¹³

Unter anderem wurde beim F 100 auch der so genannte Sandwichboden getestet, welcher in der Mercedes-Benz A-Klasse im Jahr 1997 zur Marktreife gelangte, und für die Umsetzung alternativer Antriebskonzepte noch einen hohen Stellenwert haben wird. Der Sandwichboden eignet sich nämlich hervorragend um, zum Beispiel Batterie oder Wasserstofftanks für alternative Antriebe unterzubringen.

¹² Vgl. Daimler AG Communications. Die Zukunft des Originals. Die Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz. Seite 18

¹³ Mercedes-Benz F 100,
http://www.emercedesbenz.com/Images/Nov07/26_Mercedes_Benz_Research_Cars/23_Mercedes_Research_Cars_2/486171_849188_830_472_652610f100_3.jpg - Aufruf 28.06.2009

Mercedes-Benz C 112, 1991 ¹⁴



Abb. 7: Mercedes-Benz C 112 ¹⁵

Aufgrund der sportlichen Erfolge mit dem schweizerischen Sauber-Team im Jahr 1990 entwickelten Ingenieure den Mercedes-Benz C 112. Dieser wurde 1991 auf der Internationalen Automobilausstellung in Frankfurt am Main präsentiert.

Der C 112 war ein Hochleistungssportwagen zur Erprobung aktiver Fahrdynamiksysteme, wie zum Beispiel Active Body Control, elektronische Reifendruckkontrolle und auch des Abstandsregel-Tempomat. Die Active Body Control ist das erste aktive Fahrwerk mit Serienreife. Dabei ist jedes Rad mit einer Kombination aus Feder und hydraulischen Stellzylinder ausgestattet. Um Bewegungen so gering wie möglich zu halten, erfassen Sensoren alle Fahrzeugbewegungen. Das Ergebnis ist eine stabilere Straßenlage.

¹⁴ Vgl. Daimler AG Communications. Die Zukunft des Originals. Die Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz. Seite 24

¹⁵ Mercedes-Benz C 112, <http://www.scorpiocars.net/images/Mercedes-Benz/1991%20Mercedes-Benz%20C%20112.jpg> – Aufruf 28.06.2009

Mercedes-Benz Vario Research Car, 1995 ¹⁶



Abb. 8: Mercedes-Benz Vario Research Car ¹⁷

Mit dem Mercedes-Benz Vario Research Car erkundete man vier verschiedene variable Fahrzeugkonzepte, Limousine, Kombi, Cabrio und Pick-Up. Bei diesem Forschungsfahrzeug stand die Variabilität im Vordergrund, denn das Vario Research Car lässt sich innerhalb von wenigen Minuten in ein anderes Fahrzeug verwandeln. Die Aufgabe wurde mit einem zweitürigen Kompaktwagen gelöst. Dach, Seitenwand und Heckpartie lassen sich abheben und gegen eine andere Variante austauschen. Der Kunde sollte dabei nicht alle Varianten des Fahrzeuges besitzen, sondern bei Bedarf einer anderen Variante zu einem Mercedes-Benz Servicepartner kommen und die Aufbauten bzw. Umbauten vornehmen lassen. Mit wenigen Handgriffen und geringem Zeitaufwand werden dann die Änderungen an dem Fahrzeug vorgenommen. Die wachsende Individualität der Menschen wird zeigen, ob sich das Konzept des Vario Research Car durchsetzen wird.

¹⁶ Vgl. Daimler AG Communications. Die Zukunft des Originals. Die Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz. Seite 28

¹⁷ Mercedes-Benz Vario Research Car, http://www.cartype.com/pics/6871/full/mercedes-benz_vrc_vario_3_95.jpg - Aufruf 28.06.2009

Mercedes-Benz F 200 Imagination, 1996 ¹⁸



Abb. 9: Mercedes-Benz F 200 Imagination ¹⁹

Die wesentliche Frage, die sich die Entwickler des Mercedes-Benz F 200 Imagination stellten, lautete: „Hat das Auto der Zukunft noch ein Lenkrad und Fußpedale?“ Das Ergebnis waren Sidesticks, kleine Steuerknüppel in den Türen und in der Mittelkonsole, mit denen gelenkt, beschleunigt und gebremst wird. Dadurch konnte man das Lenkrad und die Pedale ersetzen.

Weitere technische Highlights waren ein Scheinwerfersystem mit variabler Lichtverteilung, Schwenk-Flügeltüren, Spracherkennung für das Mobiltelefon und der so genannte Windowbag. Alle Highlights, bis auf die Sidesticks, konnten es bislang zur Serienreife bringen.

¹⁸ Vgl. Daimler AG Communications. Die Zukunft des Originals. Die Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz. Seite 34

¹⁹ Mercedes-Benz F 200 Imagination, <http://www.arabaresim.net/files/images/1996-Mercedes-Benz-F-200-Imagination-Concept-Kaliteli-Angle-Closeup-1024x768-model-araba-resimleri-duvar-kagidi-kagitlari.jpg> - Aufruf 28.06.2009

Mercedes-Benz F 300 Life Jet, 1997 ²⁰



Abb. 10: Mercedes-Benz F 300 Life Jet ²¹

Mit dem Mercedes-Benz F 300 Life Jet wollte man das Fahrerlebnis und die Kurvendynamik eines Motorrades mit der Sicherheit und dem Komfort eines Autos verknüpfen. Die Lösung war ein Dreirad, bei dem sich die Karosserie in die Kurve legt. Dies hatte es bis dahin noch nicht gegeben.

Ein aufwendiges elektronisches System berechnet den Neigungswinkel je nach Geschwindigkeit, Beschleunigung, Lenkeinschlag und Gierverhalten des Fahrzeuges, sodass die Karosserieneigung der aktuellen Fahrsituation entspricht. Der Mercedes-Benz F 300 Life Jet war das erste Forschungsfahrzeug von Mercedes-Benz das komplett am Computer entwickelt wurde.

Die weiteren technischen Highlights des F 300 Life Jet waren der so genannte Lichtsensor und ein elektrohydraulisches Handschaltgetriebe.

²⁰ Vgl. Daimler AG Communications. Die Zukunft des Originals. Die Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz. Seite 40

²¹ Mercedes-Benz F 300 Life Jet, <http://www.seriouswheels.com/pics-1990-1999/1997-Mercedes-Benz-F-300-Life-Jet-Concept-Front-Drive-1024x768.jpg> - Aufruf 28.06.2009

Mercedes-Benz F 400 Carving, 2001 ²²



Abb. 11: Mercedes-Benz F 400 Carving ²³

Der Mercedes-Benz F 400 Carving scheint direkt aus der Zukunft zu kommen. Die Erkenntnisse, die man mit dem Mercedes-Benz F 300 Life Jet erzielen und sammeln konnte, flossen direkt in die Entwicklung des Mercedes-Benz F 400 Carving ein.

Das Ziel war die exzellente Kurvenlage auch auf ein vierrädriges Fahrzeug zu bringen. Wie schon beim F 300 Life Jet messen Sensoren Geschwindigkeit, Beschleunigung, Lenkeinschlag sowie Gierverhalten des Fahrzeuges und die kurvenäußeren Räder werden in eine genau berechnete Neigung gebracht. Die kurveninneren Räder bleiben wie die Karosserie in Normalposition. Der Erfolg des F 400 Carving ist maßgeblich von den neu entwickelten Reifen abhängig. An der Innenseite haben sie eine abgerundete Lauffläche für optimales Kurvenverhalten. Zusätzlich wurde eine Weiterentwicklung des Active Body Control mit dem Ergebnis einer höheren Fahrsicherheit und höherem Fahrkomfort verbaut.

²² Vgl. Daimler AG Communications. Die Zukunft des Originals. Die Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz. Seite 46

²³ Mercedes-Benz F 400 Carving, <http://www.seriouswheels.com/pics-2000-2003/2002-Mercedes-Benz-F-400-Carving-F-1024x768.jpg> - Aufruf 28.06.2009

Mercedes-Benz F 500 Mind, 2003 ²⁴



Abb. 12: Mercedes-Benz F 500 Mind ²⁵

Der Mercedes-Benz F 500 Mind wurde auf der Tokyo Motor Show im Jahr 2003 präsentiert. Viele technische Ideen für Sicherheit, Antrieb und Komfort für zukünftige Mercedes-Benz Personenwagen wurden bereits in diesem Forschungsfahrzeuge präsentiert.

Die technischen Highlights waren vor allem der Hybridantrieb, eine Kombination aus Diesel- und Elektromotor, ein Nachtsichtsystem mit Infrarot-Laser-Scheinwerfer sowie ein neuartiges Bedien- und Anzeigekonzept. Das Nachtsichtsystem wurde unter dem Begriff NightView im Jahr 2005 in der S-Klasse eingeführt.

²⁴ Vgl. Daimler AG Communications. Die Zukunft des Originals. Die Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz. Seite 52

²⁵ Mercedes-Benz F 500 Mind,
http://3.bp.blogspot.com/_lsyt_wQ2awY/SJnRaGMfrrI/AAAAAAAAAB1k/Az7FlqwMpLM/s400/Mercedes-Benz-F500_Mind_Concept_2003_800x600_wallpaper_01.jpg - Aufruf 28.06.2009

Mercedes-Benz bionic car, 2005²⁶



Abb. 13: Mercedes-Benz bionic car²⁷

Mit dem Mercedes-Benz bionic car wurde das große Potenzial der Bionik für die Automobilentwicklung untersucht. Dabei suchten die Ingenieure gezielt in der Natur nach einem Vorbild, das in Form und Struktur den Vorstellungen von einem aerodynamischen, sicheren, komfortablen und umweltverträglichen Auto nahe kommt. Das Ergebnis war der Kofferfisch, der trotz seines kantigen, würfelähnlichen Rumpfes hervorragende Strömungseigenschaften hat.

Der cW-Wert (Luftwiderstand) des bionic car beträgt unglaubliche 0,19 – zum Vergleich das neue Mercedes-Benz E-Klasse Coupé, welches im Mai 2009 auf den Markt gebracht wurde, weist einen cW-Wert von 0,24 auf und ist aktuell das Serienfahrzeug mit dem besten cW-Wert weltweit.

²⁶ Vgl. Daimler AG Communications. Die Zukunft des Originals. Die Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz. Seite 56

²⁷ Mercedes-Benz bionic car, <http://www.carbodydesign.com/concept-cars/2005-06-23-mercedes-bionic/Mercedes-Benz-Bionic-Car.jpg> – Aufruf 28.06.2009

Mercedes-Benz F 600 HY^{GENIUS}, 2005 ²⁸



Abb. 14: Mercedes-Benz F 600 HY^{GENIUS} ²⁹

Mit dem Mercedes-Benz F 600 HY^{GENIUS} wurde vor allem der Brennstoffzellenantrieb weiterentwickelt. ³⁰

Zusätzlich wurde das präventive Insassenschutzsystem PRE-SAFE weiterentwickelt. PRE-SAFE basiert auf dem Grundsatz der Prävention. Es erkennt kritische Fahrsituationen, die zu einem Unfall führen könnten. Dabei unterstützt es den Fahrer und weiteren Insassen durch Aufrichten der Sitze, Schließen der Fenster und des Schiebedachs, die Gurte werden bereits leicht gestrafft und die Bremsbacken werden leicht an die Bremsscheibe angelegt um im Fall einer Notbremsung den bestmöglichen Bremsdruck aufzubauen.

²⁸ Vgl. Daimler AG Communications. Die Zukunft des Originals. Die Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz. Seite 60

²⁹ Mercedes-Benz F 600 HY^{GENIUS},
http://www.sawf.org/newsphotos/mercedes_F600_fuel_cell.jpg - Aufruf 28.06.2009

³⁰ Der Brennstoffzellenantrieb wird in Punkt 2.3.2. näher erklärt.

Mercedes-Benz F 700, 2007 ³¹



Abb. 15: Mercedes-Benz F 700 ³²

Der Mercedes-Benz F 700 zeigt die Zukunft der souveränen Reiselimousine. Das Kernstück des F 700 ist der DIESOTTO – ein neuartiges Antriebssystem. Dieser verbindet die Vorteile des emissionsarmen Ottomotors mit den Verbrauchsvorteilen des Dieselantriebs. Zusätzlich wurde auch der Hybridantrieb weiterentwickelt.

Einen weiteren Schritt in die Zukunft zeigt das PRE-SCAN-Fahrwerk. Zwei Lasersensoren in den Scheinwerfern scannen dabei die Fahrbahn ab und liefern dadurch ein präzises Bild der Oberflächenbeschaffenheit. Daraus werden die entscheidenden Parameter für das Aktivfahrwerk errechnet.

Das schwungvolle Design des F 700 wird „Aqua Dynamic“ genannt. Dieses Design ist von weichen, fließenden Formen geprägt und wurde ebenso wie beim bionic car von den Fischen kopiert.

³¹ Vgl. Daimler AG Communications. Die Zukunft des Originals. Die Forschungsfahrzeuge von Mercedes-Benz. Seite 66

³² Mercedes-Benz F 700, <http://www.carbodydesign.com/archive/2007/09/20-mercedes-benz-f700-concept/Mercedes-Benz-F700-Concept-8-lg.jpg> - Aufruf 28.06.2009

Mercedes-Benz BlueZERO, 2008 ³³



Abb. 16: Mercedes-Benz BlueZERO ³⁴

Das vorrangige Ziel lautet: Emissionsfreies Fahren. Das Forschungsfahrzeug BlueZERO wurde auf dem vergangenen Pariser Automobilsalon im Jahr 2008 präsentiert und stellt eine absolute Neuerung für Forschungsfahrzeuge dar. Drei verschiedene Antriebssysteme konnten bei diesem Fahrzeug präsentiert werden.

Im BlueZERO E-CELL kommt ausschließlich ein Elektromotor zum Einsatz und dieser wird von einer Lithium-Ionen-Batterie gespeist welche im Sandwichboden untergebracht wird. Dieser BlueZERO hat eine Reichweite von etwa 200 Kilometer und das Kofferraumvolumen wird durch diesen Antrieb nicht beeinträchtigt. Siehe auch Abbildung 17.

³³ Vgl. Mercedes-Benz BlueZERO, <http://www.auto-motor-und-sport.de/eco/mercedes-blue-zero-concept-die-mercedes-zukunft-ist-gruen-929200.html> - Aufruf 01.04.2009

³⁴ Mercedes-Benz BlueZERO, http://www.motorauthority.com/content/images/m/e/mercedes_benz_bluezero_concept_main_630_01-0111.jpg - Aufruf 28.06.2009

Wie im BlueZERO E-CELL kommt auch im BlueZERO E-CELL Plus ein Elektromotor zum Einsatz, der seine Energie aus einer Lithium-Ionen-Batterie erhält. Das Besondere des BlueZERO E-CELL Plus ist, dass ein Verbrennungsmotor, welcher in der Reserveradmulde untergebracht wurde, die Akkus auflädt. Einen Motor, welcher die Akkus während der Fahrt auflädt, nennt man Range Extender. Die Reichweite steigt dank des Verbrennungsmotors (Range Extender) auf bis zu 600 Kilometer. Siehe auch Abbildung 18.

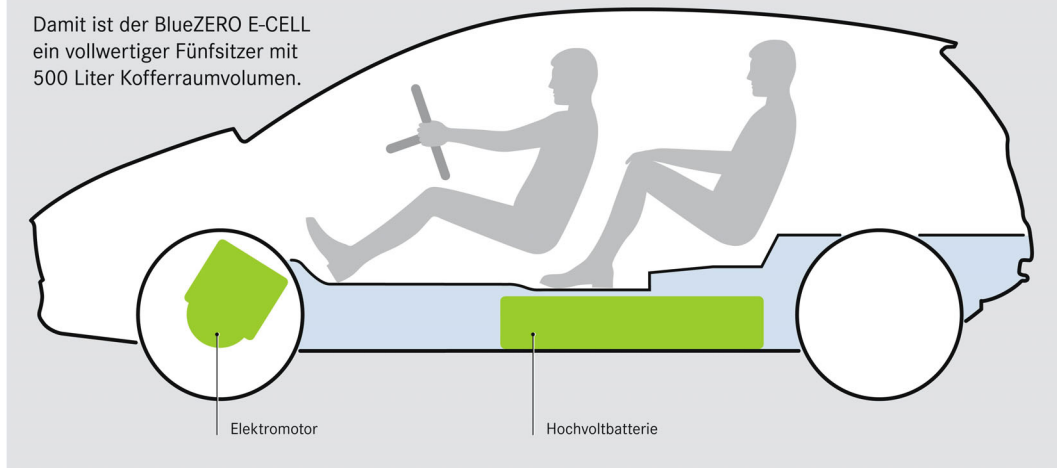
Das dritte Modell heißt BlueZERO F-CELL und wird durch eine Brennstoffzelle angetrieben und soll eine Reichweite von etwa 400 Kilometer aufweisen. Das einzige Abfallprodukt dieses Fahrzeuges ist reiner Wasserdampf. Siehe auch Abbildung 19.

Mit Hilfe des Forschungsfahrzeuges BlueZERO kann die Daimler AG ihre Ziele mit alternativen Antriebsarten bestmöglich umsetzen und vor allem den Medien und der Öffentlichkeit bestmöglich präsentieren.

Concept BlueZERO E-CELL

Alle wesentlichen Antriebskomponenten sind im Sandwichboden untergebracht.

Damit ist der BlueZERO E-CELL ein vollwertiger Fünfsitzer mit 500 Liter Kofferraumvolumen.

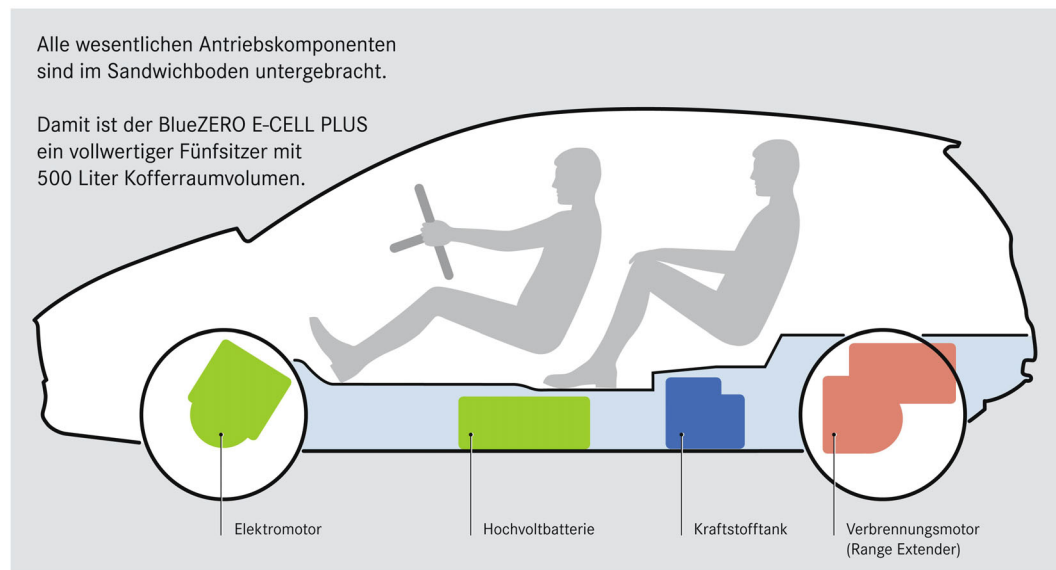


Mercedes-Benz

Abb. 17: BlueZERO E-CELL ³⁵

³⁵ BlueZERO E-CELL, <http://media.daimler.com/dcmedia/home/d> - Aufruf 03.07.2009

Concept BlueZERO E-CELL PLUS



Mercedes-Benz

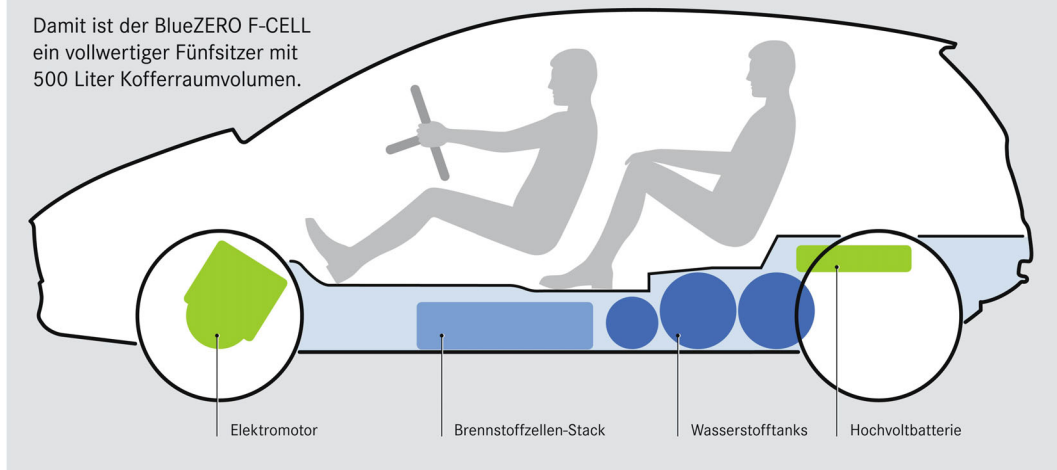
Abb. 18: BlueZERO E-CELL PLUS ³⁶

³⁶ BlueZERO E-CELL PLUS, <http://media.daimler.com/dcmmedia/home/d> - Aufruf 03.07.2009

Concept BlueZERO F-CELL

Alle wesentlichen Antriebskomponenten sind im Sandwichboden untergebracht.

Damit ist der BlueZERO F-CELL ein vollwertiger Fünfsitzer mit 500 Liter Kofferraumvolumen.



Mercedes-Benz

Abb. 19: BlueZERO F-CELL ³⁷

³⁷ BlueZERO F-CELL, <http://media.daimler.com/dcmedia/home/d> - Aufruf 03.07.2009

Erklärung zur selbstständigen Anfertigung der Arbeit

Erklärung:

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Bearbeitungsort, Datum

Unterschrift